INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS

# NORMA MERCOSUR

**NM 334:2012**

Primer edición / *Primeira edição*
2012-08-01

## Ensayos no destructivos

## Líquidos penetrantes - Detección de discontinuidades

## Ensaios não destrutivos

## Líquidos penetrantes - Detecção de descontinuidades

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

***ASOCIACIÓN MERCOSUR DE NORMALIZACIÓN***

Número de referencia
NM 334:2012

PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS



## Índice

**Prefacio**

**1** Objeto

**2** Referencias normativas

**3** Términos y definiciones

**4** Principio del método

**5** Materiales penetrantes

**6** Clasificación de los penetrantes

**7** Condiciones generales

**8** Preparación de la superficie antes del ensayo

**9** Realización del ensayo

**10** Certificación del personal

**Anexo A** (normativo) Limpieza de piezas y materiales

**Anexo B** (normativo) Procedimientos para temperaturas no convencionales

## Sumário

**Prefácio**

**1** Escopo

**2** Referências normativas

**3** Termos e definições

**4** Princípio do método

**5** Materiais penetrantes

**6** Classificação dos penetrantes

**7** Condições gerais

**8** Preparação da superfície antes do ensaio

**9** Realização do ensaio

**10** Certificação de pessoal

**Anexo A** (normativo) Limpeza de peças e materiais

**Anexo B** (normativo) Procedimentos para temperaturas não convencionais

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS - UNIT

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

## Prefacio

La AMN - Asociación MERCOSUR de Normalización - tiene por objeto promover y adoptar las acciones para la armonización y la elaboración de las Normas en el ámbito del Mercado Común del Sur - MERCOSUR, y está integrada por los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La AMN desarrolla su actividad de normalización por medio de los CSM - Comités Sectoriales MERCOSUR - creados para campos de acción claramente definidos.

Las Normas MERCOSUR son elaboradas en acuerdo con las reglas dadas en las Directivas AMN, Parte 2.

Los Proyectos de Norma MERCOSUR, elaborados en el ámbito de los CSM, circulan para votación nacional por intermedio de los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La homologación como Norma MERCOSUR por parte de la Asociación MERCOSUR de Normalización requiere la aprobación por consenso de sus miembros.

Esta Norma fue elaborada por el Comité Sectorial MERCOSUR CSM 24 - Ensayos No Destructivos.

Este Proyecto de Norma MERCOSUR tuvo su origen en la norma ABNT NBR 8407:2007 *Ensaios não destrutivos - Líquido Penetrante - Detecção de descontinuidades*.

Se solicita atención a la posibilidad de que algunos elementos de este documento puedan ser objeto de derechos de patente. La AMN no es responsable por la identificación de cualquier o tales derechos de patente.

## Prefácio

A AMN - Associação MERCOSUL de Normalização - tem por objetivo promover e adotar as ações para a harmonização e a elaboração das normas no âmbito do Mercado Comum do Sul - MERCOSUL, e é integrada pelos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A AMN desenvolve sua atividade de normalização por meio dos CSM - Comitês Setoriais MERCOSUL - criados para campos de ação claramente definidos.

Normas MERCOSUL são elaboradas de acordo com as regras dadas nas Diretivas AMN, Parte 2.

Os Projetos de Norma MERCOSUL, elaborados no âmbito dos CSM, circulam para votação nacional por intermédio dos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A homologação como Norma MERCOSUL por parte da Associação MERCOSUL de Normalização requer a aprovação por consenso de seus membros.

Esta Norma foi elaborada pelo Comitê Setorial MERCOSUL CSM 24 - Ensaios Não Destrutivos.

Este Projeto de Norma MERCOSUR teve sua origem na norma ABNT NBR 8407:2007 Ensaios não destrutivos - Líquido Penetrante - Detecção de descontinuidades.

Solicita-se atenção para a possibilidade de que alguns elementos deste documento possam ser objeto de direitos de patente. A AMN não é responsável pela identificação de qualquer ou tais direitos de patente.

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en cada hoja, es una copia no autorizada

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada




Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS



# Ensayos no destructivos
# Líquidos penetrantes - Detección de discontinuidades

# Ensaios não destrutivos
# Líquidos penetrantes - Detecção de descontinuidades

## 1 Objeto

Esta Norma establece el procedimiento para la realización del ensayo no destructivo por líquidos penetrantes para la detección de discontinuidades abiertas a la superficie, en materiales no porosos, metálicos y no metálicos.

## 2 Referencias normativas

Los documentos indicados a continuación son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas, se aplican solamente las ediciones citadas. Para las referencias sin fecha, se aplican las ediciones más recientes del documento normativo citado (incluyendo cualquier modificación).

NM 327, Ensayos no destructivos - Líquidos penetrantes - Terminología

NM ISO 9712, Ensayos no destructivos - Calificación y certificación del personal

ISO 3452-2:2006, *Non-destructive testing. Penetrant testing. Part 2: Testing of penetrant materials*

ISO 3452-3:1998, *Non-destructive testing. Penetrant testing. Part 3: Reference test blocks*

ISO/IEC 17024, *Conformity assessment -General requirements for bodies operating certification of persons*

ASTM D129 - 00 (2005), *Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General Bomb Method*

ASTM E165 - 09, *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry*

ASTM D516 - 07, *Standard Test Method for Sulfate Ion in Water*

ASTM D808 - 05, *Standard Test Method for Chlorine in New and Used Petroleum Products (Bomb Method)*

## 1 Escopo

Esta Norma estabelece o procedimento para a realização do ensaio não destrutivo por líquido penetrante para detecção de descontinuidades abertas à superfície, em materiais não-porosos, metálicos e não-metálicos.

## 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

NM 327, Ensaios não destrutivos - Líquidos penetrantes - Terminología

NM ISO 9712, Ensaios não destrutivos - Qualificação e certificação de pessoal

ISO 3452-2:2006, *Non-destructive testing. Penetrant testing. Part 2: Testing of penetrant materials*

ISO 3452-3:1998, *Non-destructive testing. Penetrant testing. Part 3: Reference test blocks*

ISO/IEC 17024, *Conformity assessment -General requirements for bodies operating certification of persons*

ASTM D129 - 00 (2005), *Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General Bomb Method*

ASTM E165 - 09, *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry*

ASTM D516 - 07, *Standard Test Method for Sulfate Ion in Water*

ASTM D808 - 05, *Standard Test Method for Chlorine in New and Used Petroleum Products (Bomb Method)*

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

## 3 Términos y definiciones

Para los fines de esta norma, se aplican los términos y definiciones de la NM 327 y las siguientes:

**3.1**
**validación de un procedimiento**
función del nivel 3 basada en la calificación de un procedimiento, avalado con su firma en el procedimiento de ensayo

**3.2**
**calificación de un procedimiento de END**
atribución del nivel 3, que consiste en el análisis de compatibilidad y adecuación de un procedimiento de ensayo no destructivo (END) a los requisitos mínimos citados en las normas y especificaciones aplicables, basadas en ensayos de piezas de producción o patrones

## 4 Principio del método

El método de ensayo por líquidos penetrantes proporciona un medio para la detección de discontinuidades que afloran a la superficie de los materiales.

El líquido penetrante se aplica uniformemente sobre la superficie de la pieza a ensayar, permitiendo que penetre en las discontinuidades existentes. Después de un periodo adecuado de tiempo, el exceso de penetrante se remueve de la superficie, y se somete al secado. Seguidamente, se aplica el revelador, cuya finalidad es absorber el penetrante retenido en las discontinuidades, provocando un manchado en los puntos en que ocurre la absorción. A continuación, se debe realizar a una inspección visual a la pieza, para detectar la presencia o la ausencia de discontinuidades.

Los parámetros de procesamiento, tales como limpieza inicial, tiempo de penetración y técnica de remoción del exceso, se determinan según los materiales penetrantes utilizados, por la naturaleza de la pieza a examinar (forma, tamaño, condición superficial y composición de la aleación) y tipo de discontinuidad a detectar.

## 5 Materiales penetrantes

Los materiales penetrantes se componen de penetrantes fluorescentes y visibles, emulsificadores, removedores, reveladores y solventes. No se permite la mezcla de productos de diferentes familias.

### 5.1 Penetrantes

**5.1.1** Los penetrantes removibles con agua se

## 3 Termos e definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os termos e definições da NM 327 e as seguintes:

**3.1**
**validação de um procedimento**
ato do nível 3 baseado na qualificação do procedimento, comprovado através da assinatura no procedimento de ensaio

**3.2**
**qualificação de procedimento de END**
atribuição do nível 3 consistindo da análise de compatibilidade e adequação de um procedimento de ensaio não destrutivo (END) aos requisitos mínimos citados nas normas e especificações aplicáveis, baseado em testes em peças de produção ou padrões

## 4 Princípio do método

O método de ensaio por líquidos penetrantes proporciona um meio para a detecção de descontinuidades que afloram à superfície dos materiais.

O líquido penetrante é aplicado uniformemente sobre a superfície da peça a ser ensaiada, permitindo que ele penetre nas descontinuidades existentes. Após um período adequado de tempo, o excesso de penetrante é removido da superfície, e esta é submetida à secagem. Em seguida, aplica-se o revelador, cuja finalidade é absorver o penetrante retido nas descontinuidades, provocando um manchamento nos pontos em que ocorrer a absorção. A peça, a seguir, deve ser submetida a uma inspeção visual, para detectar a presença ou a ausência de descontinuidades.

Os parâmetros de processamento, tais como limpeza inicial, tempo de penetração e técnica de remoção do excesso, são determinados pelos materiais penetrantes utilizados, pela natureza da peça a ser examinada (forma, tamanho, condição superficial e composição da liga) e tipo de descontinuidade a ser detectada.

## 5 Materiais penetrantes

Os materiais penetrantes consistem em penetrantes fluorescentes e visíveis, emulsificadores, removedores, reveladores e solventes. Não é permitida a mistura de produtos de diferentes famílias.

### 5.1 Penetrantes

**5.5.1** Os penetrantes removíveis com água são

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color, es una copia no autorizada
Este documento puede ser modificado


PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

formulan para ser removidos directamente de la superficie de la pieza en ensayo, por un simple lavado en agua, después del intervalo de tiempo adecuado para la penetración. Por el hecho de estar incorporado el emulsificador al penetrante, es de gran importancia un control apropiado durante la remoción del exceso de penetrante de la superficie en ensayo, de forma de evitar el exceso de lavado. Si el lavado es demasiado lento o vigoroso, el penetrante se puede remover del interior de las discontinuidades. Algunos penetrantes son menos resistentes que otros al lavado excesivo.

**5.1.2** Los penetrantes removibles con agua después de la emulsificación se formulan de modo de ser insolubles en agua, no pudiendo removerse por lavado. Su remoción de la superficie de la pieza en ensayo se realiza, selectivamente, por la acción de un emulsificador aplicado por separado, facilitando el retiro del exceso de penetrante de la superficie. El emulsificador, cuando se aplica adecuadamente, y cuando se aplica con un tiempo apropiado para la emulsificación, queda con el penetrante en exceso en la superficie, formando una mezcla lavable en agua, que se puede remover de la superficie de la pieza por lavado, dejándola libre del fondo fluorescente. El penetrante que permanece en el interior de la discontinuidad no está sujeto al exceso de lavado. El tiempo adecuado de emulsificación se debe establecer experimentalmente y se debe observar siempre, para asegurar que no ocurra emulsificación en exceso, que resultaría en pérdida de indicaciones.

**5.1.3** Los penetrantes removibles por solventes se formulan de modo que el exceso de penetrante en la superficie se pueda remover frotando la superficie con materiales limpios, que no suelten hilachas, y en sucesivas operaciones, hasta que la mayoría de los residuos de penetrante se hayan removido. Los residuos remanentes se deben remover con los mismos materiales de limpieza, sin embargo se pueden humeder levemente con el removedor. Para minimizar la remoción del penetrante de las discontinuidades, se debe evitar el uso de removedor en exceso. Esta prohibido rociar o lavar la superficie de la pieza con removedor, para la remoción del exceso de penetrante.

### 5.2 Emulsificadores

Los emulsificadores son líquidos que se utilizan para emulsificar el penetrante oleoso en exceso en la superficie de la pieza, haciéndolo removible con agua. Hay dos tipos básicos de emulsificadores: a base de aceite y a base de agua, ambos pueden actuar durante un periodo de tiempo variable, desde algunos segundos hasta varios minutos, dependiendo de la rugosidad de la superficie de la pieza, viscosidad, temperatura de la superficie de la

formulados para serem removidos diretamente da superfície da peça em ensaio, por uma simples lavagem em água, após intervalo de tempo adequado para a penetração. Pelo fato de o emulsificador estar incorporado ao penetrante, é de grande importância um controle apropriado durante a remoção do excesso de penetrante da superfície em ensaio, de forma a evitar excesso de lavagem. Se a lavagem for demasiadamente demorada ou vigorosa, o penetrante pode ser removido do interior das descontinuidades. Alguns penetrantes são menos resistentes a lavagem excessiva que outros.

**5.1.2** Os penetrantes removíveis com água após emulsificação são formulados de modo a serem insolúveis em água, não podendo ser removidos por lavagem. A sua remoção da superfície da peça em ensaio é feita, seletivamente, pela ação de um emulsificador aplicado em separado, facilitando a retirada do excesso de penetrante da superfície. O emulsificador, quando aplicado adequadamente, e, quando aplicado com um tempo apropriado para a emulsificação, combina com o penetrante em excesso na superfície, formando uma mistura lavável em água, que pode ser removida da superfície da peça por lavagem, deixando-a livre do fundo fluorescente. O penetrante que permanece no interior da descontinuidade não está sujeito a excesso de lavagem. O tempo adequado de emulsificação deve ser estabelecido experimentalmente e deve ser sempre observado, para assegurar que não ocorra emulsificação em excesso, da qual resultaria perda de indicações.

**5.1.3** Os penetrantes removíveis por solvente são formulados de modo que o excesso de penetrante na superfície possa ser removido esfregando-se a superfície com materiais limpos, que não soltem fiapos, e em sucessivas operações, até que a maioria dos resíduos de penetrante tenha sido removida. Os resíduos remanescentes devem ser removidos com os mesmos materiais de limpeza, porém levemente umedecidos com o removedor. Para minimizar a remoção de penetrante das descontinuidades, deve-se evitar o uso de removedor em excesso. É proibido aspergir ou lavar a superfície da peça com removedor, para a remoção do excesso de penetrante.

### 5.2 Emulsificadores

Os emulsificadores são líquidos utilizados para emulsificar o penetrante oleoso em excesso na superfície da peça, tornando-o removível com água. Há dois tipos básicos de emulsificadores: à base de óleo e à base de água, ambos podem atuar durante um período de tempo variável, desde alguns segundos até vários minutos, dependendo da rugosidade da superfície da peça, viscosidade, temperatura da superfície da peça, concentração e

Este documento tiene el membrete y logo de UNIT solo para uso de la autoridad

pieza, concentración y composición química del emulsificador.

**5.2.1** Los emulsificadores lipofílicos son líquidos, a base de aceite, utilizados para emulsificar el exceso de penetrante oleoso de la superficie de la pieza, resultando (a través de la difusión) un exceso de penetrante lavable con agua. La tasa de difusión se establece según el tiempo de emulsificación. Ellos pueden ser de acción rápida o lenta, dependiendo de su viscosidad, temperatura de la superficie de la pieza y composición química, y también de la rugosidad de la superficie a ser examinada.

**5.2.2** Los emulsificadores hidrofílicos son líquidos a base de agua utilizados para emulsificar el exceso de penetrante oleoso de la superficie de la pieza, resultando un líquido lavable con agua. Este emulsificador a base de agua (removedor tipo detergente) se suministra como concentrado para ser diluido en agua y utilizado por inmersión o pulverización. La concentración, el uso y el mantenimiento deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Los emulsificadores hidrofílicos actúan promoviendo un desplazamiento de la película del penetrante en exceso de la superficie de la pieza a través de la acción detergente. La fuerza del pulverizador de agua o aire a través de la agitación mecánica en tanques de inmersión abiertos propician la acción mecánica de remoción, mientras el detergente desplaza la película del penetrante de la superficie de la pieza. El tiempo de emulsificación es variable y depende de la concentración, la cual se puede monitorizar mediante el uso de un refractómetro adecuado.

### 5.3 Removedores

Los removedores retiran el exceso de penetrante de la superficie, dejándola totalmente libre de residuos del penetrante.

Cuando se utilice agua como removedor, ésta debe ser limpia y exenta de residuos. Cuando el ensayo se realice en aceros inoxidables duplex o austeníticos, se debe cumplir con los requisitos indicados en 7.1.2.

### 5.4 Reveladores

El revelado de las indicaciones del penetrante corresponde a la operación de remoción del penetrante retenido en las discontinuidades, por la acción absorbente del revelador aplicado, aumentando de esta forma, la visibilidad de las indicaciones del penetrante.

Los tipos de reveladores se describen en 5.4.1 a 5.4.3.

composição química do emulsificador.

**5.2.1** Emulsificadores lipofílicos são líquidos à base de óleo utilizados para emulsificar o excesso de penetrante oleoso da superfície da peça, resultando (através de difusão) em um excesso de penetrante lavável à água. A taxa de difusão estabelece o tempo de emulsificação. Eles podem ser de ação rápida ou lenta, dependendo da sua viscosidade, temperatura da superfície da peça e composição química, e também da rugosidade da superfície a ser examinada.

**5.2.2** Emulsificadores hidrofílicos são líquidos à base de água utilizados para emulsificar o excesso de penetrante oleoso da superfície da peça, resultando em um líquido lavável à água. Este emulsificador à base de água (removedor tipo detergente) é fornecido como concentrado para ser diluído em água e utilizado por imersão ou pulverização. A concentração, uso e manutenção devem ser de acordo com as recomendações do fabricante.

Emulsificadores hidrofílicos atuam promovendo um desplacamento do filme de penetrante em excesso da superfície da peça através da ação detergente. A força do *spray* de água ou ar através de agitação mecânica em tanques de imersão abertos propiciam a ação mecânica de remoção, enquanto o detergente desloca o filme de penetrante da superfície da peça. O tempo de emulsificação é variável e dependerá da concentração, a qual pode ser monitorada pelo uso de um refratômetro adequado.

### 5.3 Removedores

Os removedores retiram o excesso de penetrante da superfície, deixando-a totalmente livre de resíduos do penetrante.

Quando a água for utilizada como removedor, deve ser limpa e isenta de resíduos. Quando o ensaio for executado em aços inoxidáveis duplex ou austenítico deve atender aos requisitos indicados 7.1.2.

### 5.4 Reveladores

A revelação das indicações do penetrante corresponde à operação de remoção do penetrante retido nas descontinuidades, pela ação de mata-borrão do revelador aplicado, aumentando, desta forma, a visibilidade das indicações do penetrante.

Os tipos de reveladores são descritos em 5.4.1 a 5.4.3.



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

**5.4.1 Reveladores secos:** se utilizan tal como son suministrados (o sea, un polvo no aglutinable y fácilmente esparcible). Se debe evitar la contaminación del revelador con penetrante fluorescente, pues las manchas resultantes se pueden presentar como indicaciones.

**5.4.2 Reveladores acuosos:** se suministran generalmente como polvo seco, para disolución o suspensión en agua, dependiendo del tipo empleado. Los reveladores en suspensión acuosa son suspensiones de partículas de revelador en agua. La concentración, uso y conservación deben cumplir con las recomendaciones del fabricante. Los reveladores solubles en agua se suministran en forma de polvo soluble en agua y se utilizan en las concentraciones recomendadas por el fabricante.

**5.4.3 Reveladores para suspensiones no acuosas:** se suministran en forma de suspensiones de partículas de revelador en solventes no acuosos, listos para su uso. Se debe aplicar sobre la pieza por pulverización, después de la remoción del exceso de penetrante y el secado de la superficie. Estos reveladores se aplican con pistolas electrostáticas o de aire comprimido o, por sistemas de pulverización por presión de aire (aerosol). Este tipo de revelador no se debe aplicar por cualquier otro proceso que no sea el de pulverización, ni se debe usar en tanques de inmersión. Los reveladores no acuosos forman, después del secado, un revestimiento blanco en la superficie de la pieza, sirviendo como un medio de revelación y fondo contrastante para los penetrantes visibles, y sólo un medio de revelación para los penetrantes fluorescentes.

**5.4.4 Reveladores de película líquida (*liquid film developers*):** se debe aplicar por pulverizado (spray) de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se debe aplicar sobre la pieza una película fina y uniforme de revelador, de modo tal que se asegure la cobertura total del área a examinar.

Los reveladores de película plástica son soluciones o suspensiones coloidales de resinas o polímeros en un vehículo adecuado. Estos reveladores forman una película transparente o traslúcida en la superficie de la pieza. Ciertos tipos de reveladores de película plástica se pueden retirar de la pieza y conservar como registro. Se debe aplicar por pulverización en capas finas, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

## 6 Clasificación de los penetrantes

**6.1** En cuanto a la visibilidad los penetrantes se clasifican en:

a) tipo I – fluorescentes;

**5.4.1 Reveladores secos:** utilizados tal como fornecidos (ou seja, um pó não-aglutinável e facilmente espalhável). Deve ser evitada a contaminação do revelador com penetrante fluorescente, pois as manchas resultantes podem apresentar-se como indicações.

**5.4.2 Reveladores aquosos:** normalmente fornecidos como pó seco, para dissolução ou suspensão em água, dependendo do tipo empregado. Os reveladores em suspensão aquosa são suspensões de partículas de revelador em água. A concentração, uso e conservação devem estar de acordo com as recomendações do fabricante. Os reveladores solúveis em água são fornecidos na forma de pó solúvel em água e utilizados nas concentrações recomendadas pelo fabricante.

**5.4.3 Reveladores para suspensões não-aquosas:** fornecidos na forma de suspensões de partículas de revelador em solventes não-aquosos, já prontos para uso. Deve ser aplicado à peça por pulverização, após a remoção do excesso de penetrante e a secagem da superfície. Estes reveladores são aplicados com pistolas eletrostáticas ou de ar comprimido ou por sistemas de pulverização por pressão de ar (aerossol). Este tipo de revelador não deve ser aplicado por qualquer outro processo que não seja o de pulverização, nem deve ser usado em tanques de imersão. Os reveladores não-aquosos formam, após a secagem, um revestimento branco na superfície da peça, servindo como um meio de revelação e fundo contrastante para os penetrantes visíveis, e apenas um meio de revelação para os penetrantes fluorescentes.

**5.4.4 Reveladores de película líquida (*liquid film developers*):** se debe aplicar por pulverizado (spray) de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se debe aplicar sobre la pieza uma fina y uniforme película de revelador de modo tal que se asegure la cobertura total del área a ser examinada.

O revelador de filme plástico são soluções ou suspensões coloidais de resinas/polímeros em um veículo adequado. Estes reveladores formam uma película transparente ou translúcida na superfície da peça. Certos tipos de revelador de filme podem ser destacados da peça e mantidos como registro. Deve ser aplicado por pulverização em camadas finas, de acordo com as recomendações do fabricante.

## 6 Classificação dos penetrantes

**6.1** Quanto à visibilidade os penetrantes são classificados em:

a) tipo I – fluorescente;

Si este documento no tiene el membrete y pie de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada
Si este documento no tiene el membrete y pie de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

b) tipo II – visibles (coloreados).

**6.2** Los penetrantes se clasifican según la forma de remoción, de acuerdo con la Tabla 1.

b) tipo II – visível (colorido).

**6.2** Quanto à forma de remoção, os penetrantes são classificados de acordo com a Tabela 1.

**Tabla 1 - / *Tabela 1* -**
**Clasificación de penetrantes / *Classificação de penetrantes***

| | |
|---|---|
| Tipo I – Penetrante fluorescente / *Penetrante fluorescente* | |
| Técnica A / *Técnica A* | - lavable con agua / *lavável com água* |
| Técnica B / *Técnica B* | - posemulsificable, lipofílico / *pós-emulsificável, lipofílico* |
| Técnica C / *Técnica C* | - removible con solvente / *removível com solvente* |
| Técnica D / *Técnica D* | - posemulsificable, hidrofílico / *pós-emulsificável, hidrofílico* |
| Tipo II – Penetrante visible / *Penetrante visivel* | |
| Técnica A / *Técnica A* | - lavable con agua / *lavável com água* |
| Técnica C / *Técnica C* | - removible con solvente / *removível com solvente* |

**6.3** El ensayo con penetrante fluorescente utiliza un penetrante que emite una luz visible, cuando se excita con una luz ultravioleta (luz negra). La sensibilidad del penetrante fluorescente depende de su habilidad de ser retenido en discontinuidades de varios tamaños durante el procesamiento y de la sangría que producirá una indicación en el revelador, la cual emite una radiación visible y con brillo intenso en relación a las adyacencias, cuando se expone a la luz negra.

**6.4** El ensayo con penetrante visible (coloreado) utiliza un penetrante que se puede ver bajo la luz visible. El penetrante es generalmente de color rojo y las indicaciones producen un contraste con el fondo blanco del revelador. El proceso con penetrante visible no requiere el uso de luz negra. Sin embargo, las indicaciones necesitan ser vistas bajo intensidad de luz blanca adecuada.

## 7 Condiciones generales

### 7.1 Control de contaminantes

**7.1.1** Cuando el material a ensayar es una aleación de níquel, todo el material penetrante se debe analizar individualmente para determinar el contenido de azufre según lo indicado en el Anexo A.4 de ASTM E165-09. Alternativamente, el material se puede separar según ASTM D129-00 y analizar según ASTM D516-07. El contenido máximo de azufre debe ser menor o igual a 1% en peso del residuo sólido.

**7.1.2** Cuando el material a ensayar es un acero inoxidable dúplex, austenítico o titanio, el material penetrante se debe analizar individualmente para determinar el contenido de halógenos según lo indicado en el Anexo A.4 de ASTM E165-09.

**6.3** O ensaio com penetrante fluorescente utiliza um penetrante que emite uma luz visível, quando excitado por uma luz ultravioleta (luz negra). A sensibilidade do penetrante fluorescente depende de sua habilidade de ser retido em descontinuidades de vários tamanhos durante o processamento e da sangria que produzirá uma indicação no revelador, a qual emitirá uma radiação visível e com brilho intenso em relação às adjacências, quando exposta à luz negra.

**6.4** O ensaio com penetrante visível (colorido) utiliza um penetrante que pode ser visto sob luz visível. O penetrante é normalmente de cor vermelha e as indicações produzem um contraste com o fundo branco do revelador. O processo com penetrante visível não requer o uso de luz negra. Entretanto, as indicações precisam ser vistas sob intensidade adequada de luz branca.

## 7 Condições gerais

### 7.1 Controle de contaminantes

**7.1.1** Quando o material a ser inspecionado for ligas de níquel, todo material penetrante deve ser analisado individualmente para determinar o conteúdo de enxofre de acordo com o Anexo A.4 do ASTM E165-09. Alternativamente, o material pode ser decomposto de acordo com o ASTM D129-00 e analisado de acordo com o ASTM D516-07. O teor máximo de enxofre não deve exceder a 1% em peso do resíduo sólido.

**7.1.2** Quando o material a ser inspecionado for aço inoxidável duplex, austenítico ou titânio, todo material penetrante deve ser analisado individualmente para conteúdo de halogênios de acordo com o Anexo A.4 do ASTM E165.


PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

Alternativamente, el material se puede separar y analizar según ASTM D808-05 o ASTM E165-09, Anexo A.2 para cloro y ASTM E165-09, Anexo A.3 para flúor. El contenido máximo de halógenos (Cl+F) debe ser menor o igual a 1% en peso del residuo sólido.

**7.1.3** El tenor máximo de cloruros en el agua debe ser menor a 50 µg/g cuando la superficie a ensayar es de titanio, acero inoxidable austenítico o dúplex.

### 7.2 Recepción de materiales

**7.2.1** Los materiales penetrantes se deben analizar según la información del embalaje, indicado en la Tabla 2.

**7.2.2** La recepción de materiales penetrantes se debe realizar por medio de un registro que identifique el nivel de sensibilidad obtenido.

Alternativamente, o material pode ser decomposto e analisado de acordo com o ASTM D808 ou ASTM E165, Anexo A.2 para cloro e ASTM E165 Anexo A.3 para flúor. O teor máximo de halogênio (Cl+F) não deve exceder a 1% em peso.

**7.1.3** O teor máximo de cloretos permitido na água deve ser inferior a 50 µg/g quando a superfície a ser ensaiada for de titânio, aço inoxidável duplex ou austenítico.

### 7.2 Recebimento de materiais

**7.2.1** Os materiais penetrantes devem ser analisados quantos às informações da embalagem, conforme a Tabela 2.

**7.2.2** O recebimento de materiais penetrantes deve ser comprovado por meio de registro que identifique o nível de sensibilidade obtido.

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS - UNIT

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS



**Tabla 2 - / *Tabela 2* -**
**Recepción del material / *Recebimento de material***

| Información / *Informações* | Penetrante / *Penetrante* | Removedor-emulsificador / *Removedor-emulsificador* | Revelador / *Revelador* | Solvente / *Solvente* |
|---|---|---|---|---|
| Número del producto / *Número do produto* | x | x | x | x |
| Fecha de fabricación / *Data de fabricação* | x | x | x | x |
| Plazo de validez / *Prazo de validade* | x | x | x | x |
| Código del produto / *Código do produto* | x | x | x | x |
| Normas aplicables / *Normas aplicáveis* | x | x | x | x |
| Instrucciones de seguridad o toxicidad / *Instruções de segurança e toxidez* | x | x | x | x |
| Tipo de penetrante en cuanto a la iluminación y remoción / *Tipo de penetrante quanto à iluminação e remoção* | x | | | |
| Tipo de revelador / *Tipo de revelador* | | | x | |
| Contenido mínimo en granos de producto sin el propelente / *Conteúdo mínimo em gramas do produto sem o propelente* | x | x | x | x |
| Instrucciones de uso del producto / *Instruções de uso do produto* | x | x | x | x |
| Condiciones de almacenamiento / *Condições de armazenamento* | x | x | x | x |
| Características de inflamabilidad / *Características de flamabilidade* | x | x | x | x |
| Propelente utilizado / *Propelente utilizado* | x | x | x | x |
| Fabricante del producto / *Fabricante do produto* | x | x | x | x |
| Composición básica / *Composição básica* | x | x | x | x |
| Temperatura de aplicación / *Temperatura de aplicação* | x | x | x | x |
| Restricciones de uso en cuanto a contaminantes / *Restrições de uso quanto a contaminantes* | x | x | x | x |
| Nivel de sensibilidad / *Nível de sensibilidade* | x | | | |

**7.2.3** La sensibilidad es función de la capacidad de detectar de forma clara las discontinuidades contenidas en los bloques tipo 1, conforme a ISO 3452-3, de 10 μm, 20 μm, 30 μm o 50 μm, medida en tres niveles, conforme a la Tabla 3.

Cuando no se especifique el nivel de sensibilidad, se debe considerar el nivel 2 según la Tabla 3.

**7.2.3** A sensibilidade é função da capacidade de detectar de forma clara as descontinuidades contidas nos blocos tipo 1, conforme ISO 3452-3, de 10 μm, 20 μm, 30 μm ou 50 μm, medida em três níveis, conforme a Tabela 3.

Quando não se especifica o nível de sensibilidade, se deve considerar o nível 2, segundo a Tabela 3.

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

**Tabla 3 - / *Tabela 3 -***
**Sensibilidad / *Sensibilidade***

| Niveles de sensibilidad / *Níveis de sensibilidade* | Penetrante fluorescente / *Penetrante fluorescente* | | Penetrante coloreado / *Penetrante colorido* | |
|---|---|---|---|---|
| | 10 μm | 20 μm | 30 μm | 50 μm |
| Nivel 1 (sensibilidad normal) / *Nível 1 (sensibilidade normal)* | – | 100% | – | 100 % |
| Nivel 2 (sensibilidad alta) / *Nível 2 (sensibilidade alta)* | 100 % | – | 100 % | – |
| Nivel 3 (sensibilidad ultra alta) / *Nível 3 (sensibilidade ultra alta)* | * | – | – | – |
| * Para la determinación del nivel 3 de sensibilidad (ultra alta para aplicaciones específicas), se debe realizar un análisis con un equipamiento de medición de visibilidad, como se indica en la ISO 3452-2. / *Para determinação do nível 3 de sensibilidade (ultra-alta para aplicações específicas), deve ser adotada uma análise através de um equipamento de medição de visibilidade, como citado na ISO 3452-2.* | | | | |

NOTA 1 Se pueden utilizar otras formas de verificación de la sensibilidad para todos los niveles según se acuerde entre las partes interesadas, sin embargo, siempre con base en la capacidad de visualización de discontinuidades producidas de forma natural o artificial. / *Outras formas de verificação da sensibilidade para todos os níveis podem ser empregadas conforme acordado entre as partes interessadas, entretanto sempre com base na capacidade de visualização de descontinuidades produzidas de forma natural ou artificial.*

NOTA 2 Se efectúa periódicamente una evaluación en cuanto a las condiciones generales del patrón de sensibilidad: obstrucción de las descontinuidades, condición de la superficie, entre otras. La fotografía original presentada por el fabricante garantiza la cantidad inicial de discontinuidades del patrón. / *Deve ser efetuada periodicamente uma avaliação quanto às condições gerais do padrão de sensibilidade: entupimento das descontinuidades, condição da superfície, entre outras. A fotografia original apresentada pelo fabricante garante a quantidade inicial de descontinuidades do padrão.*

NOTA *3* Para el ensayo de recepción del producto, se realiza la verificación de sensibilidad dentro del intervalo de temperatura del procedimiento. / *Para o teste de recebimento do produto, a verificação da sensibilidade é efetuada dentro da faixa de temperatura do procedimento.*

### 7.3 Procedimiento

**7.3.1** El ensayo por líquidos penetrantes se debe conducir siguiendo un procedimiento, que debe contener como mínimo los siguientes datos:

a) objetivo;

b) normas de referencia;

c) tipo, forma y proceso de fabricación del material a ensayar (ejemplo: aluminio fundido, acero al carbono forjado, soldadura de acero al carbono, uniones);

d) materiales penetrantes: el fabricante, la marca, la referencia comercial de cada producto, así como el tipo de acondicionamento de cada uno y la familia de los materiales penetrantes;

e) método de preparación de la superficie;

f) forma y tiempo de secado en la limpeza previa a la superfície;

g) forma de aplicación del líquido penetrante y tiempo de penetración;

### 7.3 Procedimento

**7.3.1** O ensaio por líquido penetrante deve ser conduzido através de um procedimento, que deve conter no mínimo os itens seguintes:

a) objetivo;

b) normas de referência;

c) tipo, forma e processo de fabricação do material a ser ensaiado (exemplo: alumínio fundido, aço-carbono forjado, solda de aço-carbono, flange);

d) materiais penetrantes: o fabricante, a marca, a referência comercial de cada produto, bem como o tipo de acondicionamento de cada um e a família dos materiais penetrantes;

e) método de preparação da superfície;

f) modo e tempo de secagem na limpeza prévia da superfície;

g) modo de aplicação do líquido penetrante e tempo de penetração;

Si este documento no tiene membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

h) intervalo de temperatura permitida para la superficie en el ensayo y para el líquido penetrante;

i) forma de remoción del exceso de líquido penetrante;

j) modo y tiempo de secado, antes de la aplicación del revelador;

k) modo y tiempo máximo para la aplicación del revelador;

l) requisitos adicionales;

m) aplicación de la limpieza final;

n) sistemática de registro de resultados (identificación de la superfície ensayada y localización de las indicaciones);

o) requisitos de seguridad y ambientales;

p) informe de registro de resultados.

NOTA Lo descrito en la línea n) se puede omitir del procedimiento, si existe un procedimiento específico de identificación y rastreabilidad implementado en la empresa o emprendimiento.

**7.3.2** El procedimiento se debe validar con un operador nivel 3, basado en los ensayos de calificación del procedimiento, verificando su compatibilidad con la aplicación. Esta etapa es un requisito previo, que se debe comprobar a través de los ensayos de sensibilidad según 7.2.3.

**7.3.3** Para temperaturas convencionales (entre 5 ºC y 52 ºC), el ensayo de calificación se debe realizar a la menor temperatura indicada en el procedimiento.

Para temperaturas no convencionales (por encima de 52 ºC o debajo de 5 ºC), el procedimiento debe cumplir el Anexo B.

**7.3.4** Cuando se realice el ensayo con penetrantes en piezas que necesiten ser mantenidas a temperaturas elevadas durante el ensayo, se pueden necesitar materiales penetrantes especiales y técnicas de procesamiento especiales. Por lo tanto se debe revalidar el procedimiento (ver 7.3.2), cumpliendo las recomendaciones del fabricante.

**7.3.5** Se puede solicitar una recalificación del procedimiento cuando se realice un cambio o sustitución en el tipo de material penetrante o en el método de ensayo.

h) faixa de temperatura permitida para a superfície em ensaio e para o líquido penetrante;

i) modo de remoção do excesso de líquido penetrante;

j) modo e tempo de secagem, antes da aplicação do revelador;

k) modo e tempo máximo para a aplicação do revelador;

l) requisitos adicionais;

m) aplicação da limpeza final;

n) sistemática de registro de resultados (identificação da superfície ensaiada e localização das indicações);

o) requisitos de segurança e ambientais;

p) relatório de registro de resultados.

NOTA O descrito na alínea n) pode ser omitido do procedimento, caso exista um procedimento específico de identificação e rastreabilidade implementado na empresa ou empreendimento.

**7.3.2** O procedimento deve ser validado por um profissional nível 3 baseado nos testes de qualificação do procedimento, verificando sua compatibilidade com a aplicação. Esta etapa é um pré-requisito, que deve ser comprovado através dos testes de sensibilidade conforme 7.2.3.

**7.3.3** Para temperaturas convencionais (entre 5 ºC e 52 ºC), o teste de qualificação deve ser realizado na menor temperatura descrita no procedimento.

Para temperaturas não convencionais (acima de 52 ºC ou abaixo de 5 ºC), o procedimento deve atender ao Anexo B.

**7.3.4** Quando o ensaio com penetrantes for realizado em peças que precisem ser mantidas em temperaturas elevadas durante o ensaio, materiais penetrantes especiais e técnicas de processamento especiais podem ser necessários. Portanto deve-se reavaliar o procedimento (ver 7.3.2), observando-se as recomendações do fabricante.

**7.3.5** Uma requalificação do procedimento também pode ser requerida quando uma mudança ou substituição for feita no tipo de material penetrante ou no método de ensaio.

Si este documento no tiene membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada
Si este documento no tiene membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada


PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

## 8 Preparación de la superficie antes del ensayo

**8.1** Se pueden obtener resultados satisfactorios, generalmente en superficies ensayadas en las mismas condiciones como fueron soldadas, laminadas, fundidas o forjadas. La preparación de la superficie por amolado o mecanizado, se torna necesaria cuando las irregularidades de la superficie pueden enmascarar las indicaciones de discontinuidades inaceptables o interferir, de otra forma, en la precisión del ensayo (ver A.1.8, para precauciones generales referentes a la preparación de la superficie).

**8.2** Para aceros inoxidables y aleaciones de níquel, las herramientas de preparación de la superficie deben ser exclusivas para estos materiales y atender los siguientes requisitos:

a) ser de acero inoxidable o revestido;

b) los discos de corte y amolado deben tener alma de nylon o similar.

## 9 Realización del ensayo

Los Apartados 9.1 a 9.9 describen las técnicas de ensayo visible o fluorescente removible con agua, solvente o con agua después de la emulsificación (ver Figura 1). El procedimiento de ensayo se debe elaborar y realizar en el intervalo de temperatura de trabajo y de acuerdo con lo establecido entre las partes interesadas.

## 8 Preparação da superfície antes do ensaio

**8.1** Podem ser obtidos resultados satisfatórios, geralmente em superfícies ensaiadas nas condições tais como foram soldadas, laminadas, fundidas ou forjadas. A preparação da superfície por esmerilhamento ou usinagem, torna-se necessária quando as irregularidades da superfície podem mascarar as indicações de descontinuidades inaceitáveis ou interferir, de outra forma, na precisão do ensaio (ver A.1.8, para precauções gerais referentes à preparação da superfície).

**8.2** Para aços inoxidáveis e ligas de níquel, as ferramentas de preparação da superfície devem ser exclusivas para estes materiais e atender aos seguintes requisitos:

a) ser de aço inoxidável ou revestido;

b) discos de corte e esmerilhamento devem ter alma de náilon ou similar.

## 9 Realização do ensaio

As Subseções 9.1 a 9.9 descrevem as técnicas de ensaio visível ou fluorescente removível com água, solvente ou com água após emulsificação (ver Figura 1). O procedimento de ensaio deve ser elaborado e utilizado na faixa de temperatura pretendida de utilização e de acordo com o estabelecido entre as partes interessadas.

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

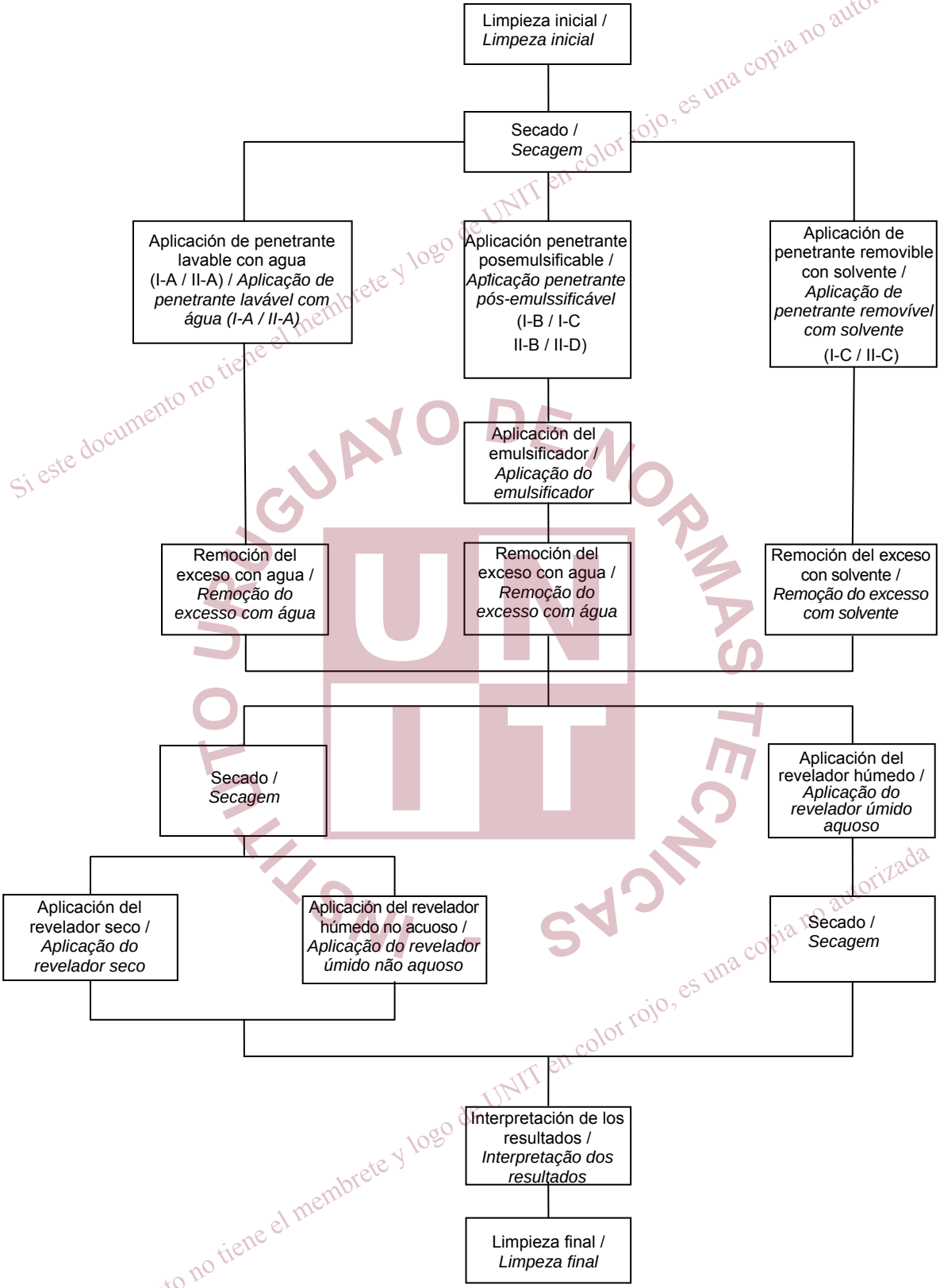
Limpieza inicial / Limpeza inicial
Secado / Secagem
Aplicación de penetrante lavable con agua (I-A / II-A) / Aplicação de penetrante lavável com água (I-A / II-A)
Aplicación penetrante posemulsificable / Aplicação penetrante pós-emulssificável (I-B / I-C II-B / II-D)
Aplicación de penetrante removible con solvente / Aplicação de penetrante removível com solvente (I-C / II-C)
Aplicación del emulsificador / Aplicação do emulsificador
Remoción del exceso con agua / Remoção do excesso com água
Remoción del exceso con agua / Remoção do excesso com água
Remoción del exceso con solvente / Remoção do excesso com solvente
Secado / Secagem
Aplicación del revelador húmedo / Aplicação do revelador úmido aquoso
Aplicación del revelador seco / Aplicação do revelador seco
Aplicación del revelador húmedo no acuoso / Aplicação do revelador úmido não aquoso
Secado / Secagem
Interpretación de los resultados / Interpretação dos resultados
Limpieza final / Limpeza final

**Figura 1 – Procedimiento de ensayo / *Procedimento de ensaio***

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

### 9.1 Limpieza previa

Para el éxito de cualquier procedimiento de ensayo por líquidos penetrantes, es de fundamental importancia que la superficie de la pieza y las discontinuidades, posiblemente existentes, estén libres de cualquier contaminación, que puedan interferir en el ensayo. Todas las piezas o áreas de piezas a inspeccionar deben estar limpias y secas, antes de aplicar el penetrante. Se entiende por superficie *limpia*, aquella que se presenta libre de óxidos, cascarillas, escoria de soldadura, salpicadura de soldadura, grasa, tinta, películas aceitosas, suciedades, entre otras. Todos estos contaminantes pueden impedir que el penetrante ingrese en las discontinuidades. Los residuos de los productos de limpieza pueden reaccionar adversamente con el penetrante, reduciendo su sensibilidad y su desempeño. Los ácidos y cromatos, en particular, reducen la fluorescencia del penetrante. Cuando se ensaye solamente una región de la pieza (como en el caso de soldaduras), también debe estar limpia una franja de 25 mm, como mínimo, adyacente a esta región. Los diversos métodos de limpieza se presentan en el Anexo A.

### 9.2 Secado después de la limpieza

Es esencial que la pieza esté completamente seca después de la limpieza, ya que cualquier residuo líquido puede dificultar o impedir la entrada del penetrante en las discontinuidades. El secado se puede concluir por calentamiento de la pieza en estufa, con lámpara infrarroja, con aire caliente de circulación forzada, o por exposición a la temperatura ambiente.

### 9.3 Aplicación del penetrante

Después del secado de la pieza, el penetrante se debe aplicar a la superficie, de modo que toda la pieza o área a ensayar esté completamente cubierta con el penetrante. La temperatura de la superficie debe estar dentro de los límites establecidos en el procedimiento de ensayo. Existen varias modalidades de aplicación del líquido penetrante, tales como inmersión, pincelado o pulverizado. Las piezas pequeñas se colocan frecuentemente en cestos y se sumergen en un tanque que contiene penetrante. Para las piezas mayores, o con una geometría compleja, se puede aplicar el penetrante, más fácilmente, por pincelado o pulverización. Las pistolas de pulverización, electrostáticas o convencionales, constituyen medios eficaces de aplicación del líquido penetrante en la superficie de las piezas. La aplicación por pulverización electrostática puede reducir el exceso de penetrante en la pieza, minimizar la pulverización excesiva y evitar que el penetrante alcance vacíos internos de la pieza,

### 9.1 Limpeza prévia

Para o sucesso de qualquer procedimento de ensaio por líquido penetrante, é de fundamental importância que a superfície da peça e as descontinuidades porventura existentes estejam livres de quaisquer contaminações, que possam interferir no ensaio. Todas as peças ou áreas de peças a serem inspecionadas devem estar limpas e secas, antes de o penetrante ser aplicado. Entende-se por superfície *limpa*, aquela que se apresenta livre de ferrugem, carepas, fluxo de solda, respingos de solda, graxa, tinta, películas oleosas, sujeiras, entre outras. Todos estes contaminantes podem impedir que o penetrante entre nas descontinuidades. Os resíduos dos produtos de limpeza podem reagir adversamente com o penetrante, reduzindo a sua sensibilidade e o seu desempenho. Os ácidos e cromatos, em particular, reduzem a fluorescência do penetrante. Quando somente uma região da peça for submetida ao ensaio (como no caso de soldas), também deve ser limpa uma faixa de 25 mm, no mínimo, adjacente a esta região. Diversos métodos de limpeza são apresentados no Anexo A.

### 9.2 Secagem após a limpeza

É essencial que a peça esteja completamente seca após a limpeza, visto que qualquer resíduo líquido pode dificultar ou impedir a entrada do penetrante nas descontinuidades. A secagem pode ser concluída por aquecimento da peça em estufa, com lâmpada infravermelha, com ar quente de circulação forçada, ou por exposição à temperatura ambiente.

### 9.3 Aplicação do penetrante

Após a secagem da peça, o penetrante deve ser aplicado à superfície, de modo que toda a peça ou área a ser ensaiada seja completamente coberta com o penetrante. A temperatura da superfície deve estar dentro dos limites estabelecidos no procedimento de ensaio. Existem várias modalidades de aplicação do líquido penetrante, tais como imersão, pincelamento ou pulverização. As peças pequenas são freqüentemente colocadas em cestos e mergulhadas em um tanque contendo penetrante. Para as peças maiores, ou com geometria complexa, o penetrante pode ser aplicado, mais facilmente, por pincelamento ou pulverização. As pistolas de pulverização - eletrostáticas ou convencionais - constituem meios efetivos de aplicação de líquido penetrante às superfícies das peças. A aplicação por pulverização eletrostática pode reduzir o excesso de penetrante na peça, minimizar a pulverização excessiva e evitar que o penetrante atinja vazios internos da peça, que podem servir

Este documento no tiene validez sin la firma y sello de UNIT en color rojo. Copia no autorizada

que pueden servir de reservorios de penetrante, capaces de producir manchas indeseables durante el ensayo. La pulverización por medio del empleo de aerosoles también constituye un medio conveniente y eficaz de aplicación. En aplicaciones por pulverización, es importante tener una ventilación apropiada. Esta ventilación generalmente se consigue por el empleo de una cabina de pulverización o de un sistema de campana extractora diseñada para tal fin.

Después de la aplicación, se debe permitir que el exceso de penetrante escurra de la superficie de la pieza, evitando la formación de charcos de penetrante durante el tiempo apropiado de penetración.

El tiempo de penetración debe ser suficiente para que se complete la penetración en las discontinuidades.

Dentro del intervalo de temperatura comprendido entre 10 ºC y 52 ºC, el tiempo de penetración usualmente utilizado se sitúa dentro del intervalo de 10 min a 60 min. Para intervalos de temperaturas iguales o mayores que 5 ºC y menores a 10 ºC, el tiempo mínimo será de 20 min. Para una variedad de materiales, formas y tipos de discontinuidades, se pueden utilizar otros tiempos, que no deben ser mayores que lo recomendado por el fabricante y se deben calificar según 7.3.2.

En la técnica de inmersión se recomienda que el tiempo de penetración transcurra con la pieza fuera del tanque de inmersión.

### 9.4 Remoción del exceso de penetrante

Luego de transcurrido el tiempo de penetración, se debe remover el exceso de penetrante teniendo cuidado de minimizar la remoción del penetrante de las discontinuidades. La remoción del exceso se debe realizar según el tipo de penetrante seleccionado: penetrante lavable en agua, penetrante posemulsificable o penetrante removible con solvente. La remoción del exceso se debe acompañar con una iluminación apropiada.

#### 9.4.1 Penetrante lavable con agua

**9.4.1.1** Los penetrantes lavables con agua se pueden remover directamente de la pieza por lavado, sin requeirir de una etapa de emulsificación. El exceso de penetrante se debe remover mediante el empleo de un pulverizador de agua manual, automático o semi automático, o un equipamiento de inmersión. En el proceso de lavado por inmersión la pieza debe estar completamente inmersa en agua, con agitación a través de aire o por medios mecánicos. Se debe

de reservatórios de penetrante, capazes de produzir borrões indesejáveis durante o ensaio. A pulverização pelo emprego de aerossóis também constitui um meio conveniente e efetivo de aplicação. Em aplicações por pulverização, é importante que haja ventilação apropriada. Esta ventilação é geralmente conseguida pelo emprego de uma cabine de pulverização ou de um sistema de exaustão adequadamente projetados.

Após a aplicação, deve-se permitir que o excesso de penetrante escoe da superfície da peça, evitando-se a formação de poças de penetrante durante o tempo apropriado de penetração.

O tempo de penetração deve ser suficiente para que haja completa penetração nas descontinuidades.

Dentro da faixa de temperatura de 10 ºC a 52 ºC, o tempo de penetração usualmente utilizado situa-se na faixa de 10 min a 60 min. Para faixas de temperaturas ≥ 5 ºC e menores que 10 ºC, o tempo mínimo será de 20 min. Para uma variedade de materiais, formas e tipos de descontinuidades, outros tempos podem ser utilizados, não devendo ser superiores ao máximo recomendado pelo fabricante e qualificados conforme 7.3.2.

Na técnica de imersão é recomendado que o tempo de penetração ocorra com a peça fora do tanque de imersão.

### 9.4 Remoção do excesso de penetrante

Após decorrido o tempo de penetração, o excesso de penetrante deve ser removido tomando cuidado para minimizar a remoção do penetrante das descontinuidades. A remoção do excesso deve ser feita conforme o tipo de penetrante selecionado: penetrante lavável em água, penetrante pós-emulsificável ou penetrante removível com solvente. A remoção do excesso deve ser acompanhada por uma iluminação apropriada.

#### 9.4.1 Penetrante lavável com água

**9.4.1.1** Os penetrantes laváveis em água podem ser removidos diretamente da peça por lavagem, não requerendo uma etapa de emulsificação. O excesso de penetrante deve ser removido mediante o emprego de um pulverizador de água manual, automático ou semi-automático, ou um equipamento de imersão. No processo de lavagem por imersão a peça deve ser completamente imersa em água, com agitação através de ar ou por meios mecânicos. Acúmulos



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

evitar acumulación de agua en cavidades de la pieza. Si al finalizar la remoción, hubiera un excesivo residuo de penetrante en la superficie, la pieza debe pasar por un nuevo proceso de limpieza y aplicación del penetrante.

**9.4.1.2** El grado y la rapidez de la remoción dependen de algunos parámetros del proceso, como presión y temperatura del agua, y de la duración del ciclo de lavado. Las características de remoción, inherentes al penetrante empleado, así como las condiciones de superficie de la pieza, también afectan la velocidad y el grado de remoción.

**9.4.1.3** La presión del pulverizador de agua utilizada en el lavado debe ser menor o igual a 280 kPa (2,7 kgf/cm$^2$). Se recomienda, en forma general, una pulverización grosera.

**9.4.1.4** La temperatura del agua se debe mantener dentro del intervalo de 10 ºC a 38 ºC.

**9.4.1.5** El periodo de lavado se debe determinar experimentalmente para cada aplicación particular. Se recomienda que el tiempo máximo de lavado sea menor o igual a 120 s.

**9.4.1.6** Se debe evitar el exceso de lavado. El lavado excesivo puede provocar que el penetrante sea retirado de las discontinuidades. Para el penetrante fluorescente, el lavado se debe efectuar bajo luz negra, de forma de evidenciar la adecuada remoción del exceso de penetrante de la superficie.

**9.4.1.7** En aplicaciones especiales, la remoción del exceso del penetrante se puede realizar mediante el fregado de la superficie con material absorbente limpio, humedecido con agua, hasta completar la remoción del exceso de penetrante.

### 9.4.2 Penetrante posemulsificable lipofílico

#### 9.4.2.1 Aplicación del emulsificador

Después del tiempo de penetración requerido, el exceso de penetrante de la pieza se debe emulsificar, sumergiendo o inundando las piezas con el emulsificador indicado (el emulsificador queda con el exceso de penetrante, formando una mezcla removible con agua). Después de la aplicación del emulsificador, las piezas se deben drenar de modo de prevenir el estancamiento de éste, sobre la superficie de la pieza.

#### 9.4.2.2 Tiempo de emulsificación

La emulsificación se inicia tan pronto el emulsificador haya sido aplicado. El periodo de tiempo en que el emulsificador debe permanecer

de água em cavidades da peça devem ser evitados. Se no final da remoção um excessivo resíduo de penetrante estiver presente na superfície, a peça deve passar por um novo processo de limpeza e aplicação do penetrante.

**9.4.1.2** O grau e a rapidez de remoção dependem de alguns parâmetros do processo, como pressão e temperatura da água, e da duração do ciclo de lavagem. As características de remoção, inerentes ao penetrante empregado, assim como as condições de superfície da peça, também afetam a velocidade e o grau de remoção.

**9.4.1.3** A pressão do *spray* de água utilizado na lavagem não deve ser superior a 280 kPa (2,7 kgf/cm$^2$). Recomenda-se, de uma forma geral, uma pulverização grosseira.

**9.4.1.4** A temperatura da água deve ser mantida dentro da faixa de 10 ºC a 38 ºC.

**9.4.1.5** O período de lavagem deve ser determinado experimentalmente para cada aplicação particular. Recomenda-se que o tempo máximo de lavagem não seja superior a 120 s.

**9.4.1.6** Deve ser evitado o excesso de lavagem. A lavagem excessiva pode fazer com que o penetrante seja retirado das descontinuidades. Para penetrante fluorescente, a lavagem deve ser efetuada sob luz negra, de forma a evidenciar a adequada remoção do excesso de penetrante da superfície.

**9.4.1.7** Em aplicações especiais, a remoção do excesso do penetrante pode ser realizada mediante o esfregamento da superfície com material absorvente limpo, umedecido com água, até completar-se a remoção do excesso de penetrante.

### 9.4.2 Penetrante pós emulsificável lipofílico

#### 9.4.2.1 Aplicação do emulsificador

Após o tempo de penetração requerido, o excesso de penetrante da peça deve ser emulsificado, imergindo, inundando ou as peças com o emulsificador indicado (o emulsificador combina com o excesso de penetrante, formando uma mistura removível com água). Após a aplicação do emulsificador, as peças devem ser drenadas de modo a prevenir o empoçamento deste sobre a superfície da peça.

#### 9.4.2.2 Tempo de emulsificação

A emulsificação inicia-se tão logo o emulsificador tenha sido aplicado. O período de tempo em que o emulsificador deve permanecer sobre a peça a ser

Si este documento contiene una membrete y sello de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada
Si este documento contiene una membrete y sello de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

sobre la pieza a ensayar, y en contacto con el penetrante, depende del tipo de emulsificador empleado y de la condición de superficie de la pieza (lisa o rugosa). El tiempo de emulsificación debe ser el recomendado por el fabricante. El tiempo de emulsificación real se debe determinar experimentalmente para cada aplicación específica. La terminación superficial (rugosidad) de la pieza es un factor significativo en la selección del emulsificador y del respectivo tiempo de emulsificación. El tiempo de emulsificación debe ser el menor posible para garantizar una remoción adecuada del exceso de penetrante.

#### 9.4.2.3 Lavado después de la emulsificación

El lavado adecuado del penetrante emulsificado de la superficie de la pieza se puede realizar utilizando un pulverizador manual, semi-automático o automático, o un equipamiento de inmersión. En el proceso de lavado por inmersión, la pieza debe ser completamente inmersa en agua con agitación a través de aire o por medios mecánicos. Si al finalizar la remoción hubiera un excesivo residuo de penetrante en la superficie, la pieza debe pasar por un nuevo proceso de limpieza y aplicación del penetrante y emulsificador.

a) la presión del *pulverizador* de agua utilizado en el lavado debe ser menor o igual a 280 kPa (2,7 kgf/cm$^2$);

b) la temperatura del agua debe mantenerse dentro del intervalo de 10 ºC a 38 ºC;

c) se recomienda que el tiempo máximo de lavado sea menor o igual a 120 s;

d) para el penetrante fluorescente, el lavado se debe efectuar bajo luz negra, de modo que pueda ser facilmente verificado cuando el penetrante emulsificado haya sido total y correctamente removido de la superficie;

e) el fondo residual debe ser el mínimo posible, de modo de no interferir con la inspección de la pieza, y también sirviendo cómo indicador de que no ocurrió una emulsificación en exceso.

### 9.4.3 Penetrante posemulsificable hidrofílico

#### 9.4.3.1 Prelavado

Inmediatamente después del tiempo de penetración requerido, la pieza debe sufrir un prelavado para la remoción del exceso de penetrante antes de la aplicación del emulsificador hidrofílico, minimizando su contaminación y extendiendo su vida útil. Este prelavado debe realizarse en un tanque, separado del utilizado para el emulsificador. Este prelavado se puede realizar con un medio automático o manual y su

ensaiada, e em contato com o penetrante, depende do tipo de emulsificador empregado e da condição de superfície da peça (lisa ou rugosa). O tempo de emulsificação deve ser o recomendado pelo fabricante. O tempo de emulsificação real deve ser determinado experimentalmente para cada aplicação específica. O acabamento da superfície (rugosidade) da peça é fator significativo na seleção do emulsificador e do respectivo tempo de emulsificação. O tempo de emulsificação deve ser o menor possível para garantir uma remoção adequada do excesso de penetrante.

#### 9.4.2.3 Lavagem após a emulsificação

A lavagem adequada do penetrante emulsificado da superfície da peça pode ser feita utilizando-se um pulverizador manual, semi-automático ou automático, ou um equipamento de imersão. No processo de lavagem por imersão a peça deve ser completamente imersa em água com agitação através de ar ou por meios mecânicos. Se no final da remoção um excessivo resíduo de penetrante estiver presente na superfície, a peça deve passar por um novo processo de limpeza e aplicação do penetrante e emulsificador.

a) a pressão do *spray* de água utilizado na lavagem não deve ser superior a 280 kPa (2,7 kgf/cm$^2$);

b) a temperatura da água deve ser mantida dentro da faixa de 10 ºC a 38 ºC;

c) recomenda-se que o tempo máximo de lavagem não seja superior a 120 s;

d) para o penetrante fluorescente a lavagem deve ser efetuada sob luz negra, de modo que possa ser facilmente verificado quando o penetrante emulsificado tiver sido total e corretamente removido da superfície;

e) fundo residual deve ser o mínimo possível, de modo a não interferir com a inspeção da peça, também servindo como indicador de que não ocorreu emulsificação em excesso.

### 9.4.3 Penetrante pós-emulsificável hidrofílico

#### 9.4.3.1 Pré-lavagem

Imediatamente após o tempo de penetração requerido, a peça deve sofrer uma pré-lavagem para a remoção do excesso de penetrante antes da aplicação do emulsificador hidrofílico, minimizando sua contaminação e estendendo sua vida útil. Esta pré-lavagem deve ser realizada em tanque separado do utilizado pelo emulsificador. Esta pré-lavagem pode ser realizada por meio automático ou manual e sua eficiência deve ser



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

eficacia debe asegurarse con el control de los parámetros siguientes:

a) la presión del pulverizador de agua utilizado en el prelavado debe estar entre 175 kPa y 280 kPa (1,65 kgf/cm$^2$ y 2,7 kgf/cm$^2$);

b) la temperatura del agua debe mantenerse dentro del intervalo de 10 ºC a 38 ºC;

c) el tiempo máximo de prelavado debe ser menor o igual a 60 s. La determinación exacta de este tiempo debe contemplar las condiciones especificas del tipo de material o de la condición superficial de la pieza;

d) el agua utilizada debe estar libre de contaminantes que puedan obstruir la boquilla del pulverizador o dejar residuos en la superficie de la pieza;

e) la remoción del agua aprisionada en las cavidades de la pieza, se puede efectuar con la utilización de aire filtrado, a una presión menor o igual a 175 kPa (1,65 kgf/cm$^2$).

**9.4.3.2 Aplicación de emulsificador hidrofílico**

Después del prelavado, se debe emulsificar el residuo de penetrante de la superficie de la pieza por inmersión o pulverizando las piezas con el emulsificador indicado.

**9.4.3.3 Aplicación por inmersión**

Para aplicación por inmersión, la pieza en ensayo debe estar completamente inmersa en el baño de emulsificador. El emulsificador hidrofílico debe mantenerse bajo una agitación suave.

a) la concentración del baño de emulsificador hidrofílico debe ser la recomendada por el fabricante. Generalmente se utiliza una concentración nominal próxima al 20 %.

b) la temperatura del baño debe mantenerse en el intervalo de 10 ºC a 38 ºC;

c) el tiempo de acción del emulsificador en contacto con la superficie de la pieza debe ser el tiempo mínimo que proporciona un contraste de fondo aceptable y que no exceda los 120 s, o el tiempo máximo establecido para una pieza o material especificado. Este tiempo se inicia inmediatamente después de la remoción de la pieza del tanque del emulsificador, y continua hasta que la pieza sea lavada en la estación de lavado final.

**9.4.3.4 Aplicación por pulverización**

Para este tipo de aplicación, siguiente al prelavado, la superficie a ensayar se debe emulsificar por pulverización. Toda la superficie se

assegurada com o controle dos itens seguintes:

a) a pressão do *spray* de água utilizado na pré-lavagem deve estar entre 175 kPa a 280 kPa (1,65 kgf/cm$^2$ a 2,7 kgf/cm$^2$);

b) a temperatura da água deve ser mantida dentro da faixa de 10 ºC a 38 ºC;

c) o tempo máximo de pré-lavagem não deve ser superior a 60 s. A determinação exata deste tempo deve atender às condições especificas do tipo de material ou da condição superficial da peça;

d) a água utilizada deve estar livre de contaminantes que possam obstruir o *spray* dos bocais ou deixar resíduos na superfície da peça;

e) a remoção da água aprisionada em cavidades da peça pode ser removida com a utilização de ar filtrado com pressão máxima 175 kPa (1,65 kgf/cm$^2$).

**9.4.3.2 Aplicação de emulsificador hidrofílico**

Após a pré-lavagem, o resíduo de penetrante da superfície da peça deve ser emulsificado por imersão ou pulverizando as peças com o emulsificador indicado.

**9.4.3.3 Aplicação por imersão**

Para aplicação por imersão, a peça em ensaio deve ser completamente imersa no banho de emulsificador. O emulsificador hidrofílico deve ser mantido sob uma suave agitação.

a) a concentração do banho de emulsificador hidrofílico deve ser a recomendada pelo fabricante. Normalmente utiliza-se uma concentração nominal em torno de 20 %.

b) a temperatura do banho deve ser mantida na faixa de 10 ºC a 38 ºC;

c) o tempo de ação do emulsificador em contato com a superfície da peça deve ser o tempo mínimo que proporcione um contraste de fundo aceitável e que não exceda a 120 s, ou um tempo máximo estipulado para uma peça ou material especificado. Este tempo se inicia imediatamente após a remoção da peça do tanque de emulsificador, e continua até que a peça seja lavada na estação de lavagem final.

**9.4.3.4 Aplicação por pulverização**

Para este tipo de aplicação, seguinte à pré-lavagem, a superfície a ser ensaiada deve ser emulsificada por pulverização. Toda a superfície

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada
Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

debe pulverizar de modo continuo y uniforme, emulsificando efectivamente el residuo del penetrante y haciéndolo lavable con agua.

a) la concentración del emulsificador para aplicación por pulverización debe estar conforme con la recomendación del fabricante, pero debe ser menor o igual a 5 %;

b) la temperatura del emulsificador debe mantenerse entre 10 ºC y 38 ºC;

c) la presión de la pulverización debe ser menor o igual a 175 kPa (1,65 kgf/cm$^2$) para el aire y menor o igual a 280 kPa (2,7 kgf/cm$^2$) para el agua;

d) el tiempo de acción del emulsificador en contacto con la superficie de la pieza debe ser el tiempo mínimo que proporcione un contraste de fondo aceptable y que sea menor o igual a 120 s, o un tiempo máximo establecido para una pieza o material especificado.

**9.4.3.5 Lavado (enjuague)**

La remoción eficaz del penetrante emulsificado de la superficie se puede realizar por inmersión, pulverización o la combinación entre ellas, de forma manual, semiautomática o automática.

**9.4.3.6 Lavado por inmersión**

Las piezas deben estar completamente inmersas en un baño de agua con agitación mecánica o con aire.

a) la temperatura del agua se debe mantener relativamente constante y en el intervalo de 10 ºC y 38 ºC;

b) el tiempo máximo de inmersión debe ser menor o igual a 120 s, o un tiempo máximo establecido para una pieza o material especificado.

**9.4.3.7 Lavado por pulverización**

Después de la emulsificación de la pieza, el lavado se puede realizar por pulverización de agua como sigue:

a) la temperatura del agua debe mantenerse entre 10 ºC y 38 ºC;

b) la presión de pulverización del agua debe ser menor o igual a 275 kPa (2,7 kgf/cm$^2$);

c) el tiempo máximo de pulverización debe ser menor o igual a 120 s, o un tiempo máximo establecido para una pieza o material especificado.

deve ser pulverizada de modo contínuo e uniforme, emulsificando efetivamente o resíduo de penetrante e tornando-o lavável com água.

a) a concentração do emulsificador para aplicação por pulverização deve ser de acordo com a recomendação do fabricante, mas não deve exceder 5 %;

b) a temperatura do emulsificador deve ser mantida entre 10 ºC e 38 ºC;

c) a pressão da pulverização deve ser no máximo 175 kPa (1,65 kgf/cm$^2$) para o ar e 280 kPa (2,7 kgf/cm$^2$) para a água;

d) o tempo de ação do emulsificador em contato com a superfície da peça deve ser o tempo mínimo que proporcione um contraste de fundo aceitável e que não exceda 120 s, ou um tempo máximo estipulado para uma peça ou material especificado.

**9.4.3.5 Lavagem (enxágue)**

A efetiva remoção do penetrante emulsificado da superfície pode ser feita por imersão, pulverização ou a combinação entre elas, de forma manual, semi-automática ou automática.

**9.4.3.6 Lavagem por imersão**

As peças devem ser completamente imersas em um banho de água com agitação mecânica ou com ar.

a) a temperatura da água deve ser mantida relativamente constante e na faixa de 10 ºC e 38 ºC;

b) o tempo máximo de imersão não deve exceder 120 s, ou um tempo máximo estipulado para uma peça ou material especificado.

**9.4.3.7 Lavagem por pulverização**

Após a emulsificação da peça, a lavagem pode ser feita por pulverização de água como segue:

a) a temperatura da água deve ser mantida entre 10 ºC e 38 ºC;

b) a pressão de pulverização da água deve ser no máximo 275 kPa (2,7 kgf/ cm$^2$);

c) o tempo máximo de pulverização não deve exceder 120 s, ou um tempo máximo estipulado para uma peça ou material especificado.



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

**9.4.3.8** Si la emulsificación y la etapa de lavado final no son eficaces, que se puede evidenciar por un excesivo residuo de penetrante en la superficie, la pieza se debe limpiar y secar nuevamente, reaplicar y mantener el penetrante en la superficie por el tiempo de penetración estipulado.

### 9.4.4 Penetrante removible con solvente

Para los penetrantes removibles por solvente, el exceso de penetrante se debe remover frotándo la superfície, repetidamente, con un material absorvente seco, limpio, libre de hilachas, hasta que los residuos del penetrante se hayan removido. Después de esta operación, se debe humedecer levemente con solvente el material absorvente y frotar la superficie de la pieza, hasta que todos los residuos remanentes se hayan removido. Para minimizar la remoción de penetrante de las discontinuidades, se debe evitar el uso de solvente en exceso. No se debe lavar la superficie con solvente después de la aplicación del penetrante y antes de la revelación.

### 9.5 Secado de las piezas

**9.5.1** Es el secado de la superficie de la pieza necesario antes de la aplicación de reveladores secos o no acuosos o después de la aplicación de los reveladores acuosos. El tiempo de secado varía de acuerdo con las características de la pieza como dimensiones, geometría, terminación superficial, número de piezas ensayadas, entre otras.

**9.5.2** Los componentes deben secarse a temperatura ambiente o en una estufa. Las temperaturas deben ser menores o iguales a 71 ºC. El tiempo de secado debe ser solamente el necesario para el secado adecuado de la superficie de la pieza. Las piezas se deben remover de la estufa inmediatamente después del secado. Las piezas no se deben colocar en la estufa con acumulación de agua (orificios) o de reveladores acuosos en solución o suspensión.

**9.5.3** La pieza no debe permanecer en la estufa por un tiempo mayor del necesario para secar la superficie. Los tiempos de secado mayores que 30 min pueden reducir la sensibilidad del ensayo.

### 9.6 Aplicación del revelador

Existen varios modos para la efectiva aplicación de los distintos tipos de reveladores, tales como niebla, inmersión, derramamiento o pulverización. La dimensión, geometría, condición de superficie, número de piezas a ensayar, entre otras, influyen en la selección del modo de aplicación del revelador. El periodo de tiempo en que el revelador debe permanecer sobre la pieza, antes

**9.4.3.8** Se a emulsificação e a etapa de lavagem final não forem efetivas, como evidenciado por um excessivo resíduo de penetrante na superfície, a peca deve ser limpa e seca novamente e o penetrante reaplicado e mantido na superfície pelo tempo de penetração estipulado.

### 9.4.4 Penetrante removível com solvente

Para os penetrantes removíveis por solvente, o excesso de penetrante deve ser removido esfregando-se repetidamente a superfície com um material absorvente seco, limpo, livre de fiapos, até que os resíduos do penetrante tenham sido removidos. Após esta operação, deve-se umedecer levemente com solvente o material absorvente, esfregando-se a superfície da peça, até que todos os resíduos remanescentes sejam removidos. Para minimizar a remoção de penetrante das descontinuidades, deve ser evitado o uso de solvente em excesso. É proibido lavar a superfície com solvente após a aplicação do penetrante e antes da revelação.

### 9.5 Secagem das peças

**9.5.1** A secagem da superfície da peça é necessária antes da aplicação de reveladores secos ou não aquosos ou após a aplicação dos reveladores aquosos. O tempo de secagem varia de acordo com as características da peça como dimensões, geometria, acabamento superficial, número de peças ensaiadas, entre outras.

**9.5.2** Componentes devem ser secos em temperatura ambiente ou em uma estufa. As temperaturas não devem exceder 71 ºC. O tempo de secagem deve ser somente o necessário para a secagem adequada da superfície da peça. As peças devem ser removidas da estufa imediatamente após a secagem. As peças não devem ser colocadas na estufa com acúmulos de água (poças) ou de reveladores aquosos em solução ou suspensão.

**9.5.3** A peça não deve permanecer na estufa por um tempo maior do que o necessário para secar a superfície. Tempos acima de 30 min de secagem podem reduzir a sensibilidade do ensaio.

### 9.6 Aplicação do revelador

Existem vários modos para a efetiva aplicação dos vários tipos de reveladores, tais como névoa, imersão, derramamento ou pulverização. A dimensão, geometria, condição de superfície, número de peças a serem ensaiadas, entre outras, influenciarão a escolha do modo de aplicação do revelador. O período de tempo em que o revelador deve permanecer sobre a peça,

del ensayo debe ser igual o mayor que 10 min. El tiempo de revelado se inicia inmediatamente después de la aplicación de revelador en la forma de polvo seco e inmediatamente después que el revestimiento de revelador líquido (acuoso y no acuoso) haya secado, es decir, luego que los solventes se hayan evaporado totalmente. El tiempo máximo permitido de revelado debe ser de 4 h para reveladores secos, 2 h para reveladores acuosos y 1 h para reveladores no acuosos.

**9.6.1** El revelador seco se debe aplicar inmediatamente después del secado, de modo de asegurar la cobertura total de la superficie de la pieza. Las piezas pueden estar inmersas dentro de un recipiente de revelador seco; también se puede aplicar por medio de un aplicador manual o de una pistola apropiada para polvos. Es muy común y bastante eficaz la aplicación de polvo seco en una cámara cerrada, donde se crea una nube de polvo efectiva y controlada. El exceso de polvo puede removerse sacudiendo o batiendo levemente la pieza, o soplándola con aire comprimido seco, limpio y a baja presión, se recomienta 34 kPa (0,3 kgf/cm$^2$). Pueden utilizarse otros medios adecuados al tamaño y a la forma geométrica de la pieza, de manera que el polvo sea aplicado igualmente sobre toda la superficie a examinar. Las piezas pueden ser pulverizadas con una pistola convencional o del tipo electrostática.

NOTA La intensidad del flujo de aire se establece experimentalmente para cada aplicación.

**9.6.2** Los reveladores de solución acuosa no deben utilizarse con penetrante del tipo II o técnica A. Los reveladores de suspensión acuosa se pueden utilizar con penetrante tipo I y tipo II. Los reveladores acuosos se deben aplicar en la pieza inmediatamente después que el exceso se haya removido y antes del secado. Los reveladores acuosos se deben preparar y mantener de acuerdo con las instrucciones del fabricante y aplicados de manera de asegurar una cobertura total y uniforme de la superficie de la pieza. Los reveladores acuosos pueden aplicarse por pulverización, derramamiento o inmersión de la pieza. Cuando las piezas son inmersas en baños preparados de revelador, deben quedar inmersas solamente el tiempo necesario para la cobertura de la superficie de las piezas por el revelador. Todo el exceso de revelador retenido en hendiduras y cavidades se debe drenar, para evitar la tendencia de enmascaramiento del revelador sobre posibles discontinuidades en el lugar. Las piezas deben estar secas según 9.5. La apariencia de la capa del revelador después del secado debe ser blanca o translúcida en la superficie de la pieza.

**9.6.3** Los reveladores no acuosos deben aplicarse a la pieza por pulverización, según las

antes do exame, não deve ser inferior a 10 min. O tempo de revelação inicia-se imediatamente após a aplicação de revelador na forma de pó seco e logo que o revestimento de revelador líquido (aquoso e não-aquoso) tenha secado, isto é, logo que os solventes tenham se evaporado totalmente. O tempo máximo permitido de revelação deve ser de 4 h para reveladores secos, 2 h para reveladores aquosos e 1 h para reveladores não-aquosos.

**9.6.1** Revelador seco deve ser aplicado imediatamente após a secagem, de modo a assegurar a cobertura total da superfície da peça. As peças podem ser imersas dentro de um recipiente de revelador seco; podem também ser aplicadas por meio de um aplicador manual ou de uma pistola própria para pós. É muito comum e bastante eficiente a aplicação de pó seco em uma câmara fechada, onde é criada uma nuvem de pó efetiva e controlada. O excesso de pó pode ser removido sacudindo-se ou batendo-se levemente a peça, ou soprando-a com ar comprimido seco, limpo e de baixa pressão, recomeinda-se 34 kPa (0,3 kgf/cm$^2$). Podem ser utilizados outros meios adequados ao tamanho e à forma geométrica da peça, desde que o pó seja aplicado igualmente sobre toda a superfície a ser examinada. As peças podem ser pulverizadas com uma pistola convencional ou do tipo eletrostática.

NOTA A intensidade do fluxo de ar deve ser estabelecida experimentalmente para cada aplicação.

**9.6.2** Os reveladores de solução aquosa não devem ser utilizados com penetrante do tipo II ou técnica A. Reveladores de suspensão aquosa podem ser utilizados com penetrante tipo I e tipo II. Reveladores aquosos devem ser aplicados na peça imediatamente após o excesso ter sido removido e antes da secagem. Reveladores aquosos devem ser preparados e mantidos de acordo com as instruções do fabricante e aplicados de maneira a assegurar uma cobertura total e uniforme da superfície da peça. Reveladores aquosos podem ser aplicados por pulverização, derramamento ou imersão da peça. Quando as peças são imersas em banhos preparados de revelador, devem ficar imersas somente o tempo necessário para a cobertura da superfície das peças pelo revelador. Todo o excesso de revelador retido nas reentrâncias e cavidades deve ser drenado, a fim de se eliminarem as tendências de empoçamento do revelador, o que poderia mascarar possíveis descontinuidades no local. As peças devem ser secas conforme 9.5. A aparência da camada do revelador após a secagem será branca ou translúcida na superfície da peça.

**9.6.3** Os reveladores não-aquosos devem ser aplicados à peça por pulverização, conforme


PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

instrucciones del fabricante, después de la remoción del exceso de penetrante, y del secado de la pieza. Este tipo de revelador se evapora muy rápidamente a la temperatura ambiente normal y, consecuentemente, no requiere la utilización de un secador. Estos se deben usar, pero con una ventilación adecuada. Las piezas se deben pulverizar, de modo de asegurar la cobertura total de las superficies a examinar, con una película de revelador fina y uniforme. No se debe sumergir o inundar las piezas con reveladores no acuosos, dado que esta operación puede eliminar o disolver el penetrante dentro de las discontinuidades, a través de su acción solvente.

### 9.7 Interpretación

La interpretación de las indicaciones en las piezas debe efectuarse después que haya transcurrido el tiempo de revelado, de modo de asegurar la absorción del penetrante necesario, del interior de las discontinuidades hacia la capa del revelador. Constituye una buena práctica observar la superficie durante la aplicación del revelador, como una ayuda para la evaluación de las indicaciones.

#### 9.7.1 Penetrante fluorescente

Las indicaciones de penetrantes fluorescentes se deben examinar en un local oscurecido. La iluminación del ambiente debe ser menor o igual a 20 lx. La medida se debe realizar, con la ayuda de medidores de luz visible adecuados, en la superficie de la pieza a examinar La intensidad mínima de luz negra en la superficie en ensayo debe ser 1 000 $\mu W/cm^2$, medida con un instrumento sensible a la luz ultravioleta. La fuente de luz negra debe tener un filtro de radiación ultravioleta que permita el pasaje de luz con la longitud de onda en el intervalo de 320 nm a 380 nm, y se debe encender 10 min antes de su empleo, como mínimo.

La intensidad de luz negra en la superficie en ensayo se debe evaluar una vez cada 8 h, como mínimo y cada vez que las condiciones del local de ensayo se modifiquen. El inspector debe estar en el área oscurecida, con una anticipación de 5 min, para que su visión se habitúe al ambiente. No se deben usar lentes fotocromáticos durante el ensayo.

Los filtros y reflectores se deben verificar diariamente en cuanto a su limpieza e integridad. Los filtros fisurados o quebrados se deben sustituir inmediatamente. Las lámparas defectuosas que puedan interferir en la energía de radiación ultravioleta se deben sustituir antes del uso.

instruções do fabricante, após a remoção do excesso de penetrante, e à secagem da peça. Este tipo de revelador evapora-se muito rapidamente à temperatura ambiente normal e, conseqüentemente, não requer a utilização de um secador. Ele deve ser usado, contudo, com ventilação adequada. As peças devem ser pulverizadas, de modo a assegurar a cobertura total das superfícies a serem examinadas, com uma película de revelador fina e uniforme. Não se deve imergir ou inundar as peças com reveladores não-aquosos, porque esta operação escoa ou dissolve o penetrante dentro das descontinuidades, através de sua ação solvente.

### 9.7 Interpretação

A interpretação das indicações nas peças deve ser efetuada após ter decorrido o tempo de revelação, de modo a assegurar a necessária absorção do penetrante, do interior das descontinuidades para a camada do revelador. Constitui boa prática observar a superfície durante a aplicação do revelador, como um auxílio para a avaliação das indicações.

#### 9.7.1 Penetrante fluorescente

As indicações de penetrantes fluorescentes devem ser examinadas em local escurecido. A iluminação do ambiente não deve exceder a 20 lx. A medida deve ser feita, com o auxílio de medidores de luz visíveis adequados, na superfície da peça a ser examinada. A intensidade mínima de luz negra na superfície em ensaio deve ser 1 000 $\mu W/cm^2$, medida por meio de um instrumento sensível à luz ultravioleta. A fonte de luz negra deve ter filtro de radiação ultravioleta que permita a passagem de luz com o comprimento de onda na faixa de 320 nm a 380 nm, e deve estar ligada por um mínimo de 10 min antes do seu emprego.

A intensidade de luz negra na superfície em ensaio deve ser avaliada pelo menos uma vez a cada 8 h e sempre que as condições do local de ensaio forem alteradas. O inspetor deve estar na área escurecida, com antecedência mínima de 5 min, para que sua visão se habitue ao ambiente. Lentes fotocromáticas não devem ser utilizadas durante o ensaio.

Os filtros e refletores devem ser checados diariamente quanto à sua limpeza e integridade. Filtros trincados ou quebrados devem ser substituídos imediatamente. Lâmpadas defeituosas que possam interferir na energia de radiação ultravioleta devem ser substituídas antes do uso.

Este documento no tiene el membrete y logo de UNIT ni los colores institucionales. Su uso debe ser autorizado.
Este documento no tiene el membrete y logo de UNIT ni los colores institucionales. Su uso debe ser autorizado.

### 9.7.2 Penetrante visible (coloreado)

Las indicaciones de penetrante visible se pueden examinar sobre luz natural o luz artificial blanca, exigiéndose iluminación adecuada para que no haya pérdida de sensibilidad en el ensayo. La intensidad luminosa mínima en la superficie de ensayo debe ser de 1 000 lx.

### 9.8 Evaluación

Excepto cuando se acuerden otras formas, es una práctica normal interpretar y evaluar la discontinuidad basada en el formato y tamaño de la indicación.

Las discontinuidades en la superficie se indican por el manchado producido por la sangría del penetrante, sin embargo, las irregularidades superficiales localizadas debido a marcas de herramientas u otras condiciones superficiales pueden producir falsas indicaciones.

Las áreas adyacentes no deben tener pigmentación o fluorescencia que puedan enmascarar las indicaciones de discontinuidades, y en tal caso, se deben limpiar y reexaminar.

### 9.9 Limpieza final

Es necesaria la limpieza final cuando los restos de penetrante o revelador o ambos, pueden interferir con el procesamiento subsecuente o con las condiciones de servicio de la pieza. Esto es particularmente importante cuando los residuos del ensayo por penetrante pueden combinarse con otros materiales, dando origen a productos corrosivos. Puede emplearse una técnica adecuada, tal como un enjuague con agua, lavado mecánico, vapor desengrasante, inmersión en solvente o limpieza ultrasónica. En el caso de reveladores, cuando sea necesaria su remoción posterior al ensayo, se recomienda que ésta se realice después del ensayo tan pronto sea posible, de modo que el revelador no se fije a la pieza.

NOTA El revelador se remueve antes de desengrasar con vapor. El vapor desengrasante puede causar el endurecimiento del revelador sobre las piezas.

## 10 Certificación del personal

Los operadores de ensayos no destructivos de nivel 1, 2 y 3 deben estar calificados y certificados según la norma NM ISO 9712 por un organismo independiente y acreditado según la norma ISO/IEC 17024.

### 9.7.2 Penetrante visível

As indicações de penetrante visível podem ser examinadas sob luz natural ou luz artificial branca, exigindo-se iluminação adequada, para que não haja perda de sensibilidade no ensaio. A intensidade luminosa mínima na superfície de ensaio deve ser 1 000 lx.

### 9.8 Avaliação

Exceto quando outras formas são acordadas, é uma prática normal interpretar e avaliar a descontinuidade baseada no formato e tamanho da indicação.

Descontinuidades na superfície são indicadas pelo manchamento produzido pela sangria do penetrante, entretanto, irregularidades superficiais localizadas devido a marcas de ferramentas ou outras condições superficiais podem produzir falsas indicações.

Áreas adjacentes com pigmentação ou fluorescência, que possam mascarar indicações de descontinuidades, são inaceitáveis, e tais áreas devem ser limpas e reexaminadas.

### 9.9 Limpeza final

A limpeza final é necessária quando o penetrante e/ou revelador residuais podem interferir com o processamento subseqüente ou com as condições de serviço da peça. Isto é particularmente importante quando os resíduos do ensaio por penetrante podem combinar com outros materiais, dando origem a produtos corrosivos. Pode ser empregada uma técnica adequada, tal como um enxágüe com água, lavagem mecânica, vapor desengraxante, imersão em solvente ou limpeza ultra-sônica. No caso de reveladores, recomenda-se, quando for necessária a sua remoção posteriormente ao ensaio, que esta seja realizada tão prontamente quanto possível, após o ensaio, de modo que o revelador não se fixe à peça.

NOTA Os reveladores devem ser removidos antes do vapor desengraxante. O vapor desengraxante pode causar o endurecimento do revelador sobre as peças.

## 10 Certificação de pessoal

Os profissionais de ensaios não destrutivos de nível 1, 2 e 3 devem ser qualificados e certificados segundo a norma NM ISO 9712 por um organismo independente e acreditado segundo a norma ISO/IEC 17024.

Si este documento no tiene membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

# Anexo A
(normativo)

## Limpieza de las piezas y materiales

## Limpeza de peças e materiais

### A.1 Selección del método de limpieza

La selección de un método adecuado de limpieza se debe basar en factores tales como: (1) tipo de contaminante a remover, teniendo en cuenta que ningún método es capaz de remover todos los contaminantes con la misma eficacia; (2) el efecto del método de limpieza sobre las piezas; (3) viabilidad del método de limpieza para la pieza (una pieza de grandes dimensiones, por ejemplo, no se puede colocar en un dispositivo de pequeñas dimensiones, tales como desengrasante o limpiador ultrasónico); y (4) requisitos específicos de limpieza, estipulados por el comprador. Se recomiendan los tipos de limpieza indicados en A.1.1 a A.1.9.

#### A.1.1 Limpieza con detergente

Los detergentes para limpieza son compuestos no inflamables, solubles en agua, contienen aditivos especialmente seleccionados para humedecer, penetrar, emulsificar y saponificar varios tipos de suciedad, tales como grasas y películas aceitosas, fluidos de corte y trabajado mecánico, componentes no pigmentados para estiramiento, entre otros. Los detergentes para limpieza pueden ser de naturaleza alcalina, neutra o ácida; mas precisamente ser no corrosivos para el objeto a ensayar. Las propiedades de limpieza de las soluciones detergentes facilitan la remoción total de suciedades y de contaminación de la superficie y de las cavidades, preparándolas para recibir el penetrante. La media del tiempo de limpieza debe estar comprendida entre 10 min y 15 min, a una temperatura comprendida entre 77 ºC y 93 ºC, con moderada agitación, usando una concentración (generalmente entre 45 kg/m$^3$ y 60 kg/m$^3$) recomendada por el fabricante del producto de limpieza.

#### A.1.2 Limpieza por solvente

Hay una variedad de solventes para limpieza que se pueden usar para disolver, con eficacia, suciedades diversas, como grasas o películas aceitosas, ceras y protecciones, pinturas y materiales orgánicos en general. Estos solventes deben estar libres de residuos, especialmente cuando son utilizados para limpieza manual o como desengrasante en tanques de inmersión. No se recomiendan los solventes de limpieza, para la remoción de óxidos o cascarillas, escorias y salpicaduras de soldadura, y suciedades inorgánicas en general.

### A.1 Escolha do método de limpeza

A escolha de um método adequado de limpeza deve ser baseada em fatores tais como: (1) tipo de contaminante a ser removido, uma vez que nenhum método é capaz de remover todos os tipos de contaminantes com a mesma eficiência; (2) efeito do método de limpeza sobre as peças; (3) viabilidade do método de limpeza para a peça (uma peça de grandes dimensões, por exemplo, não pode ser colocada em um dispositivo de pequenas dimensões, tais como desengraxante ou limpador ultra-sônico); e (4) requisitos específicos de limpeza, estipulados pelo comprador. São recomendados os tipos de limpeza descritos em A.1.1 a A.1.9.

#### A.1.1 Limpeza com detergente

Os detergentes para limpeza são compostos não-inflamáveis, solúveis em água, contendo aditivos especialmente selecionados para umedecer, penetrar, emulsificar e saponificar vários tipos de sujeira, tais como graxas e películas oleosas, fluidos de corte e usinagem, componentes não-pigmentados para estiramento, entre outros. Os detergentes para limpeza podem ser de natureza alcalina, neutra ou ácida; mas precisam ser não-corrosivos ao objeto em ensaio. As propriedades de limpeza das soluções detergentes facilitam a remoção total de sujeiras e de contaminações da superfície e das cavidades, preparando-as para receber o penetrante. A média do tempo de limpeza deve ser de 10 min a 15 min, a uma temperatura de 77 ºC a 93 °C, com moderada agitação, usando uma concentração (geralmente de 45 kg/m$^3$ a 60 kg/m$^3$) recomendada pelo fabricante do produto de limpeza.

#### A.1.2 Limpeza por solvente

Há uma variedade de solventes para limpeza que pode ser usada para dissolver, com eficiência, sujeiras diversas, como graxas ou películas oleosas, ceras e vedantes, tintas e matérias orgânicas em geral. Estes solventes devem ser livres de resíduos, especialmente quando utilizados para limpeza manual ou como desengraxantes em tanques de imersão. Os solventes para limpeza não são recomendados para a remoção de ferrugem ou carepas, fluxos e respingos de solda, e sujeiras inorgânicas em geral.

Este documento puede ser impreso libremente pero el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

NOTA Algunos solventes de limpieza son inflamables y pueden ser tóxicos. Se recomienda tener en cuenta todas las instrucciones de seguridad, recomendadas por el fabricante.

### A.1.3 Vapor desengrasante

El vapor desengrasante es el método preferido para la remoción del aceite o suciedad tipo grasa en la superficie de las piezas y de la abertura de las discontinuidades. Este proceso no remueve suciedades del tipo inorgánico (productos de corrosión, sales, etc.) y puede no remover suciedades resinosas (revestimientos plásticos, barnices, pinturas, etc.). Debido al limitado tiempo de contacto, el desengrasante puede no limpiar completamente las discontinuidades profundas, recomendándose en estos casos, una inmersión posterior en solvente.

### A.1.4 Limpieza alcalina

Los agentes de limpieza alcalinos son soluciones acuosas no inflamables, conteniendo detergentes, especialmente seleccionados para humedecer, penetrar, emulsificar y saponificar varios tipos de suciedades. Las soluciones alcalinas calentadas también se utilizan para la remoción de óxidos, para el decapado y para la remoción de cascarillas de oxidación capaces de enmascarar las discontinuidades en la superficie. Los componentes alcalinos para limpieza se deben utilizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

NOTA Las piezas limpias por el proceso alcalino se enjuagan hasta eliminar completamente los restos del limpiador, y se secan íntegramente por calor, antes del proceso de ensayo por líquidos penetrantes. La temperatura de la pieza, cuando se aplica el penetrante, no debe exceder la temperatura máxima calificada en el procedimiento.

La limpieza por vapor es una modificación del método de limpieza alcalina en tanque calentado, que se puede utilizar para la preparación de piezas de grandes dimensiones, no manipulables. Este método de limpieza remueve suciedades inorgánicas y muchas suciedades orgánicas de la superficie de las piezas, pero puede no alcanzar el fondo de las discontinuidades profundas y, por esta razón. Se recomienda un baño posterior en solvente.

### A.1.5 Limpieza ultrasónica

Este método suma la agitación ultrasónica a la limpieza por solvente o detergente, para aumentar la eficacia y disminuir el tiempo de limpieza. Esto se debe utilizar con agua y detergente, si las suciedades a ser removidas son inorgánicas (óxidos, sales, productos de corrosión, etc.) y con solvente orgánico, si las suciedades a remover son orgánicas (grasas, películas aceitosas, etc.). Después de la limpieza ultrasónica, las piezas se

NOTA Alguns solventes de limpeza são inflamáveis e podem ser tóxicos. Recomeinda-se observar todas as instruções de segurança, recomendadas pelo fabricante.

### A.1.3 Vapor desengraxante

O vapor desengraxante é o método preferido para a remoção de óleo ou sujeiras tipo graxa da superfície das peças e da abertura das descontinuidades. Este processo não remove sujeiras de tipo inorgânico (produtos de corrosão, sais etc) e pode não remover sujeiras resinosas (revestimentos plásticos, vernizes, tintas etc). Devido ao limitado tempo de contato, o desengraxamento pode não limpar completamente as descontinuidades profundas, recomendando-se, nestes casos, uma imersão posterior em solvente.

### A.1.4 Limpeza alcalina

Os agentes de limpeza alcalinos são soluções aquosas não-inflamáveis, contendo detergentes, especialmente selecionados para umedecer, penetrar, emulsificar e saponificar vários tipos de sujeira. As soluções alcalinas aquecidas também são utilizadas para a remoção de ferrugem, para a decapagem e para a remoção de carepas de oxidação capazes de mascarar as descontinuidades da superfície. Os compostos alcalinos para limpeza devem ser utilizados de acordo com as recomendações do fabricante.

NOTA As peças limpas pelo processo alcalino são enxagüadas até ficarem completamente livres do limpador, e são integralmente secadas pelo calor, antes do processo do ensaio por líquido penetrante. A temperatura da peça, quando da aplicação do penetrante, não deve exceder a temperatura máxima qualificada no procedimento.

A limpeza por vapor é uma modificação do método de limpeza alcalina em tanque aquecido, que pode ser utilizada para a preparação de peças de grandes dimensões, não-manuseáveis. Este método de limpeza remove sujeiras inorgânicas e muitas sujeiras orgânicas da superfície das peças, porém pode não alcançar o fundo das descontinuidades profundas e, por esta razão, recomenda-se um banho posterior em solvente.

### A.1.5 Limpeza ultra-sônica

Este método soma a agitação ultra-sônica à limpeza por solvente ou detergente, para aumentar a eficiência e diminuir o tempo de limpeza. Ele deve ser utilizado com água e detergente, se as sujeiras a serem removidas forem inorgânicas (ferrugem, sais, produtos de corrosão etc) e, com solvente orgânico, se as sujeiras a serem removidas forem orgânicas (graxas, películas oleosas etc). Após a limpeza


PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

deben calentar para la remoción del fluido de limpieza y enseguida enfriadas a una temperatura menor o igual a la máxima calificada en el procedimiento, antes de la aplicación del líquido penetrante.

### A.1.6 Remoción del penetrante

Las películas de penetrante se pueden remover eficazmente por medio de solventes removedores o por agentes alcalinos desintegradores, en tanques calentados. En la mayoría de los casos, la película de penetrante se debe remover para exponer la superficie del metal. Los removedores de penetrante tipo solvente pueden ser mas consistentes, de alta viscosidad, para aplicación por pulverización o por pincel, o pueden ser del tipo de baja viscosidad, de dos capas, para aplicación por medio de tanques de inmersión. Ambos removedores, del tipo solvente, generalmente, se utilizan a la temperatura ambiente, en las condiciones de suministro. Los removedores alcalinos, para uso en tanques calentados, son compuestos en forma de polvo, generalmente utilizados en concentraciones comprendidas entre 60 kg/m$^3$ de agua y 120 kg/m$^3$ de agua, a una temperatura comprendida entre 82 ºC y 93 ºC. Después de la remoción del penetrante, las piezas se deben enjuagar completamente para la remoción de todos los contaminantes de las descontinuidades y, seguidamente, secarlas completamente.

### A.1.7 Limpieza mecánica y acondicionamiento de la superficie

Los procesos de remoción de metal, tales como limado, pulido, raspado, fresado mecánico, perforación, escareado, esmerilado, pulido con liquido, lijado, torneado, rebabado vibratorio o en tambor, y proyección abrasiva, incluyendo abrasivos tales como esferas de vidrio, óxido de aluminio, arena, celulosa lignificada, granallas de metal, entre otros, se utilizan frecuentemente para remover suciedades, tales como carbón, óxidos, cascarillas, arenilla de fundición adherente, tanto para desbarbar como para producir una apariencia agradable de la pieza. Estos procesos pueden disminuir la eficacia del ensayo con líquido penetrante, aplastando o deformando la superficie del metal, y obstruyendo las discontinuidades abiertas a la superficie, especialmente para materiales livianos tales como aluminio, titanio, magnesio, berilio y sus aleaciones.

### A.1.8 Ataque con ácido

Las soluciones ácidas inhibidas (soluciones decapantes) se utilizan rutinariamente para la remoción de cascarillas de las superficies de las piezas. Esta operación es necesaria para remover

ultra-sônica, as peças devem ser aquecidas para remoção do fluido de limpeza e, em seguida, resfriadas a uma temperatura não superior à máxima qualificada no procedimento, antes da aplicação do líquido penetrante.

### A.1.6 Remoção de tinta

As películas de tinta podem ser efetivamente removidas por meio de solventes descascadores ou por agentes alcalinos desintegradores, em tanques aquecidos. Na maioria dos casos, a película de tinta deve ser completamente removida para expor a superfície do metal. Os removedores de tinta tipo solvente podem ser encorpados, de alta viscosidade, para aplicação por pulverização ou por pincel, ou podem, ainda, ser do tipo de baixa viscosidade, de duas camadas, para aplicação por meio de tanques de imersão. Ambos os removedores do tipo solvente são geralmente utilizados à temperatura ambiente, na condição de como fornecidos. Os removedores alcalinos, para uso em tanques aquecidos, são compostos na forma de pó, geralmente utilizados em concentrações de 60 kg/m$^3$ a 120 kg/m$^3$ de água, a uma faixa de temperatura entre 82 ºC a 93 ºC. Após a remoção da tinta, as peças devem ser inteiramente enxagüadas para a remoção de todas as contaminações das descontinuidades e, em seguida, inteiramente secadas.

### A.1.7 Limpeza mecânica e condicionamento da superfície

Os processos de remoção de metal, tais como limagem, polimento, raspagem, fresagem mecânica, perfuração, escareação, esmerilhamento, polimento com líquido, lixamento, torneamento, rebarbação vibratória ou em tambor, e jateamento abrasivo, incluindo abrasivos, tais como esferas de vidro, óxido de alumínio, areia, celulose lignificada, granalha de metal, entre outros, são freqüentemente utilizados para remover sujeiras, tais como carbono, ferrugem, carepas, areia de fundição aderente, bem como para rebarbar ou produzir uma aparência agradável na peça. Estes processos podem diminuir a eficiência do exame com líquido penetrante, esmagando ou recalcando a superfície do metal, e obstruindo descontinuidades abertas à superfície, especialmente para materiais moles, tais como alumínio, titânio, magnésio, berílio e suas ligas.

### A.1.8 Ataque com ácido

As soluções ácidas inibidas (soluções decapantes) são rotineiramente utilizadas para a remoção de carepas das superfícies das peças. Esta operação é necessária para remover estas

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo es una copia no autorizada
Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo es una copia no autorizada

estas cáscaras o capas de oxidación que pueden enmascarar las discontinuidades de la superficie e impedir la entrada del líquido penetrante. Las soluciones ácidas o decapantes también se utilizan generalmente para la remoción del metal que queda ligeramente adherido al material base, después de las operaciones con lima u otras herramientas, que tienden a deformar el metal sobre las discontinuidades de la superficie. Tales decapantes se deben utilizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

NOTA 1 Los materiales y piezas atacados se enjuagan y quedan completamente libres de reagentes, con las superficies enteramente neutralizadas y secadas por calor, antes de la aplicación de penetrantes. Los ácidos y cromatos pueden afectar adversamente la fluorescencia de materiales fluorescentes.

NOTA 2 Siempre que exista la posibilidad de fragilización por hidrógeno, como resultado del decapado por ácido, la pieza se calienta a una temperatura adecuada, durante un periodo de tiempo apropiado, para la remoción del hidrogeno, antes de continuar el proceso. Después del calentamiento, la pieza se enfría a una temperatura inferior a la máxima establecida en el procedimiento calificado, antes de la aplicación del líquido penetrante.

### A.1.9 Calentamiento de materiales cerámicos

El calentamiento de piezas cerámicas en una atmósfera oxidante y limpia es un proceso efectivo para la remoción de humedad, suciedades orgánicas leves o ambas. Se debe utilizar la máxima temperatura que no cause la degradación de las propiedades de la pieza cerámica.

## A.2 Limpieza final

### A.2.1 Remoción del revelador

El revelador seco se puede remover eficazmente con aire a presión (libre de aceite) o por enjuague. La película de un revelador húmedo se puede remover eficazmente por enjuague, con o sin detergente, tanto manualmente, como con la ayuda de medios mecánicos (cepillo, máquina de lavar, etc). La película del revelador soluble se elimina de la pieza, con un simple lavado con agua.

### A.2.2 Remoción del líquido penetrante residual

El líquido penetrante residual puede removerse a través de una acción solvente. Se recomiendan las técnicas de vapor desengrasante (de 10 min como mínimo), inmersión en solvente (15 min como mínimo) y limpieza ultrasónica con solvente (3 min como mínimo). En algunos casos se recomienda desengrasar con vapor y, seguidamente, sumergir la pieza en solvente. Los tiempos efectivos necesarios para desengrasar con vapor y para la inmersión en solvente dependen de la naturaleza de la pieza y se deben determinar experimentalmente.

cascas de oxidação que podem mascarar as descontinuidades da superfície e impedir a entrada do líquido penetrante. As soluções ácidas/decapantes são também normalmente utilizadas para a remoção de metal que fica ligeiramente aderido ao material-base, após as operações com lima ou outras ferramentas, que tendem a recalcar o metal sobre as descontinuidades da superfície. Tais decapantes devem ser utilizados de acordo com as recomendações do fabricante.

NOTA 1 Os materiais e peças atacados devem ser enxagüados e ficar completamente livres de reagentes, com as superfícies inteiramente neutralizadas e secadas por calor, antes da aplicação de penetrantes. Os ácidos e cromatos podem afetar adversamente a fluorescência de materiais fluorescentes.

NOTA 2 Sempre que houver a possibilidade de fragilização por hidrogênio, como resultado da decapagem por ácido, a peça deve ser aquecida a uma temperatura adequada, durante um período de tempo apropriado, para a remoção do hidrogênio, antes da continuação do processo. Após o aquecimento, a peça deve ser resfriada a uma temperatura inferior à máxima estabelecida no procedimento qualificado, antes da aplicação do líquido penetrante.

### A.1.9 Aquecimento de materiais cerâmicos

O aquecimento de peças cerâmicas em uma atmosfera oxidante e limpa é um processo efetivo para a remoção de umidade e/ou sujeiras orgânicas leves. Deve ser utilizada a máxima temperatura que não cause a degradação das propriedades da peça cerâmica.

## A.2 Limpeza final

### A.2.1 Remoção do revelador

O revelador seco pode ser efetivamente removido com jato de ar (livre de óleo) ou por enxágüe. O filme de um revelador úmido pode ser removido, com eficiência, por enxágüe, com ou sem detergente, tanto manualmente, como com o auxílio de meios mecânicos (escova, máquina de lavar etc). O filme do revelador solúvel destaca-se da peça, com uma simples lavagem com água.

### A.2.2 Remoção do líquido penetrante residual

O líquido penetrante residual pode ser removido através de uma ação solvente. Recomendam-se as técnicas de vapor desengraxante (mínimo de 10 min), imersão em solvente (mínimo de 15 min) e limpeza ultra-sônica com solvente (mínimo de 3 min). Em alguns casos, é desejável desengraxar com vapor e, em seguida, imergir a peça em solvente. Os tempos efetivos necessários para o vapor desengraxante e para a imersão em solvente dependem da natureza da peça e devem ser determinados experimentalmente.



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

# Anexo B
(normativo)

## Procedimiento para temperaturas no convencionales (mayores que 52 °C o menores que 5 °C)

## Procedimento para temperaturas não convencionais (acima de 52 °C ou abaixo de 5 °C)

### B.1 Principio

Cuando un ensayo de líquidos penetrantes no se puede realizar dentro del intervalo de temperaturas comprendido entre 5 ºC y 52 ºC, la calificación del procedimiento se debe realizar según este anexo.

### B.2 Bloque patrón

Debe utilizarse el bloque patrón conforme ISO 3452-3 de acuerdo con la sensibilidad requerida.

### B.3 Requisitos

#### B.3.1 Ensayos en el bloque patrón

##### B.3.1.1 Temperatura menor que 5 °C

Si fuera solicitado calificar un ensayo por líquidos penetrantes en una temperatura menor que 5 ºC, el procedimiento propuesto se debe aplicar al bloque B, después el bloque y los materiales penetrantes se deben enfriar y mantener a la temperatura propuesta hasta la finalización de los ensayos comparativos. Un procedimiento patrón, que ha sido demostrado previamente como adecuado para su uso, se debe aplicar al bloque A a una temperatura comprendida entre 5 ºC y 52 ºC. Las indicaciones de fisuras se deben comparar entre los bloques A y B. Si las indicaciones obtenidas bajo las condiciones propuestas para el bloque B son esencialmente las mismas obtenidas en el bloque A durante el ensayo ejecutado entre 5 ºC y 52 ºC, el procedimiento se debe considerar calificado para su uso. El procedimiento calificado para una temperatura menor que 5 ºC se debe considerar calificado también, para temperaturas entre 5 ºC y 52 ºC.

##### B.3.1.2 Temperatura mayor que 52 °C

Si el ensayo se realiza a temperaturas mayores que 52 ºC, el bloque B se debe calentar y mantener durante todo el ensayo. Las indicaciones de fisuras se deben comparar conforme con B.3.1.1 con el bloque B a la temperatura propuesta y el bloque A al intervalo de temperatura entre 5 ºC y 52 ºC. Para calificar un procedimiento para temperaturas mayores que

### B.1 Princípio

Quando um ensaio de líquido penetrante não pode ser realizado dentro do intervalo de temperatura de 5 ºC a 52 ºC, a qualificação do procedimento deve estar de acordo com este anexo.

### B.2 Bloco-padrão

Deve ser utilizado o bloco-padrão conforme ISO 3452-3 de acordo com a sensibilidade requerida.

### B.3 Requisitos

#### B.3.1 Ensaios no bloco-padrão

##### B.3.1.1 Temperatura menor que 5 °C

Se for solicitado qualificar um ensaio por líquido penetrante em uma temperatura menor que 5 ºC, o procedimento proposto deve ser aplicado ao bloco B após o bloco e os materiais penetrantes devem ser resfriados e mantidos na temperatura proposta até a finalização dos testes comparativos. Um procedimento padrão, que tenha sido demonstrado previamente como adequado para uso, deve ser aplicado ao bloco A em uma temperatura entre 5 ºC e 52 ºC. As indicações de trincas devem ser comparadas entre os blocos A e B. Se as indicações obtidas sob as condições propostas para o bloco B forem essencialmente as mesmas obtidas no bloco A durante o ensaio executado entre 5 ºC e 52 ºC, o procedimento deve ser considerado qualificado para uso. O procedimento qualificado em uma temperatura abaixo de 5 ºC deve ser considerado qualificado também para temperaturas entre 5 ºC e 52 ºC.

##### B.3.1.2 Temperatura maior que 52 °C

Se o ensaio for realizado em temperaturas acima de 52 ºC, o bloco B deve ser aquecido e mantido durante todo o ensaio. As indicações de trinca devem ser comparadas conforme descrito em B.3.1.1 com o bloco B na temperatura proposta e o bloco A na faixa de temperatura entre 5 ºC e 52ºC. Para qualificar um procedimento para temperaturas acima de 52 ºC, os limites inferior e

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en cada hoja, es una copia no autorizada
PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

52 ºC, los límites inferior y superior se deben determinar y calificar el procedimiento para estas temperaturas. Como un ejemplo, para calificar un procedimiento para el intervalo de temperatura entre 52 ºC y 93 ºC, la capacidad del penetrante de revelar las indicaciones en el bloque patrón se debe demostrar en ambas temperaturas.

**B.3.1.3 Técnica alternativa para penetrantes coloreados**

Como una alternativa a los requisitos de B.3.1.1 y B.3.1.2, cuando se utiliza un penetrante coloreado, se permite el uso de un único bloque patrón para la temperatura convencional (5 ºC a 52 ºC) y no convencional, la comparación se debe realizar por medio de una fotografía.

a) Cuando se utilice la técnica alternativa, se aplican los detalles de procesamiento descritos en B.3.1.1 y B.3.1.2. El bloque debe estar minuciosamente limpio entre las dos etapas de procesamiento. Las fotografías se deben tomar después del procesamiento para la temperatura no convencional y después del procesamiento para temperatura convencional. Las indicaciones de fisuras se deben comparar entre las dos fotografías. Deben aplicarse los mismos criterios conforme con B.3.1 para la calificación;

b) se deben utilizar técnicas fotográficas idénticas para realizar las comparaciones fotograficas.

superior devem ser determinados e o procedimento qualificado para estas temperaturas. Como um exemplo, para qualificar um procedimento para a faixa de temperatura de 52 ºC a 93 ºC, a capacidade do penetrante de revelar as indicações no bloco padrão deve ser demonstrada em ambas as temperaturas.

**B.3.1.3 Técnica alternativa para penetrantes coloridos**

Como uma alternativa aos requisitos de B.3.1.1 e B.3.1.2, quando utilizando um penetrante colorido, é permitido o uso de um único bloco padrão para a temperatura convencional (5 ºC a 52 ºC) e não convencional, a comparação deve ser realizada através de uma fotografia.

a) quando a técnica alternativa for utilizada, os detalhes de processamento descritos em B.3.1.1 e B.3.1.2 são aplicados. O bloco deve ser minuciosamente limpo entre as duas etapas de processamento. Fotografias devem ser tiradas após o processamento para a temperatura não convencional e após o processamento para temperatura convencional. As indicações de trincas devem ser comparadas entre as duas fotografias. Devem ser aplicados os mesmos critérios conforme B.3.1 para a qualificação;

b) técnicas fotográficas idênticas devem ser utilizadas para fazer a comparação das fotografias.

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada



PZA. INDEPENDENCIA 812-P2-MONTEVIDEO-URUGUAY-TP: 2901 2048*-TF:2902 1681
E-mail:unit-iso@unit.org.uy - www.unit.org.uy

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS - UNIT

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada

**ICS 19.100**
**Descriptores:** ensayos no destructivos, líquidos penetrantes, discontinuidades
**Palavras-chave:** ensaios não destrutivos, líquidos penetrantes, descontinuidades
**Número de páginas:** 28

**SINTESIS DE LAS ETAPAS DE ESTUDIO DEL PROYECTO DE NORMA MERCOSUR 24:05-00005**

**Ensayos no destructivos**
**Líquidos penetrantes - Detección de discontinuidades**

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta Norma establece el procedimiento para la realización del ensayo no destructivo por líquidos penetrantes para la detección de discontinuidades abiertas a la superficie, en materiales no porosos, metálicos y no metálicos.

## 2. COMITÉ ESPECIALIZADO

El texto del proyecto de norma MERCOSUR 24:05-00005 fue elaborado oportunamente por el Subcomité Sectorial MERCOSUR SCM 05 – Métodos Superficiales, perteneciente al Comité Sectorial MERCOSUR CSM 24 - Ensayos No Destructivos.

## 3. MIEMBROS ACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
IRAM - Instituto Argentino de Normalización y Certificación

## 4. MIEMBROS PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE VOTACIÓN

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
INTN - Instituto Nacional de Tecnología y Normalización
IRAM - Instituto Argentino de Normalización y Certificación
UNIT - Instituto Uruguayo de Normas Técnicas

## 5. CONSIDERACIONES

Este proyecto se inició durante el 2008 donde Brasil y Argentina participaron en la elaboración de los textos de las lenguas respectivas.

El 8 de Agosto de 2011 fue a votación internacional para la consideración de los países miembros del MERCOSUR, por un período de 90 días, siendo ampliado el plazo de finalización a solicitud de Brasil. Argentina, Brasil y Uruguay aprobaron el texto sin observaciones.

El documento fue finalmente enviado a AMN, conforme lo determina el reglamento para el estudio de normas MERCOSUR, para impresión y aprobación como norma MERCOSUR (NM).

Si este documento no tiene el membrete y logo de UNIT en color rojo, es una copia no autorizada